

Markpackning i urban miljö

- Undvika, åtgärda, växtval -

Soil compaction in urban areas

- Avoid, restore, choice of vegetation –

Författare Camilla Lincoln



Examensarbete, 15 hp
Grundnivå C
Landskapsingenjörsprogrammet
Självständigt arbete vid LTJ-fakulteten, SLU
Alnarp 2010

Markpackning i urban miljö - undvika, åtgärda, växtval

Soil compaction in urban areas - avoid, restore, choice of vegetation

Författare Camilla Lincoln

Handledare: Eva-Lou Gustafsson, SLU, Institutionen för landskapsutveckling

Examinator: Mark Huisman, SLU , Institutionen för landskapsutveckling

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: Grund C

Kurstitel: Examensarbete för landskapsingenjörer

Kurskod: EX0361

Program/utbildning: Landskapsingenjörsprogrammet

Examen: Kandidatexamen

Ämne: Markpackning i urban miljö – undvika, åtgärda, växtval

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsmånad och -år: Maj 2010

Omslagsbild: Anna Hansen

Serienamn: Självständigt arbete vid LTJ-fakulteten, SLU

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: Kompakt jord, kompakterad jord, undvika, åtgärda, växtval, markanalys, träd, mark

Förord

Detta arbete har skrivits i kursen examensarbete för landskapsingenjörer. Arbetet är skrivet på C-nivå och utgöra 15 hp poäng inom landskapsingenjörsprogrammet på Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Alnarp.Handledare för arbetet har varit Eva-Lou Gustafsson och examinator har varit Mark Huisman.

Jag vill tacka Alnarps förskola för att jag fick använda deras utemiljö i min markanalys och jag hoppas att jag har kunnat ge dem någorlunda klarhet i vad det är som gör att deras växter har så dålig tillväxt.

Mina vänner och familj vill jag tacka för de stöd jag fått under tiden jag skrivit detta arbete.

Jag vill även tacka Mark Huisman för att han ställde upp på att vara min examinator.

Slutligen vill jag varmt tacka Eva-Lou Gustafsson för att hon har ställt upp med att vara min handledare. Hon har stöttat mig i mitt arbete och låtit mig tagit del i den kunskap hon har i ämnet. Det har varit guld värt att veta att jag haft henne i ryggen när det gått tungt och fått snabba svar på mina frågor. Tack Eva-Lou, för all den hjälp och stöttning jag fått till att kunna genomföra detta arbete!

Alnarp, 23 mars 2010

Camilla Lincoln

Sammanfattning

Detta arbete är ett examensarbete om markpackning i urban miljö med fokus på att undvika, åtgärda och ett växtval. Arbetet är skrivet på 15 hp inom LTJ-Fakulteten under perioden 2009/2010. Arbetet har olika avsnitt som tar olika ämnen inom markpackning.

Den första delen handlar om bakgrunden till arbetet där det tas upp att ämnet kommer i grund och botten från Alnarp förskola samt att det är ett stort problem i den gröna sektorn. Själva syftet med arbetet var att få en bättre förståelse för markpackning hur det uppstår, hur det kan undvikas och åtgärdas. Det ska kunna ge grund till kommande arbeten i ämnet eftersom det är en sammanfattning av forsknings- och rapportmaterial. Avgränsningen kom att ligga på markpackning i urban miljö samt forskning och rapporter skriva från år 1990 och framåt.

Frågeställningarna är flera. Den första handlar om hur uppstår en markpackning? Det är när ett fordon passerande över en yta i kombination med markens egenskaper, som avgör om marken blir kompakt eller inte. Därför ska man vara medveten om riskerna som finns med att köra på jord.

En markanalys gjordes av Alnarp förskola där undersökningen gick ut på att se vad som påverkade vegetationen på platsen negativt. Resultatet av den undersökningen visade att det troligtvis finns någon typ av grund som stoppar bl.a. regnvattnet från att rinna bort samt att delvis finns en markpackning i området.

Fråga två tar upp hur man kan undvika en markpackning. Där tas det upp olika teorier om markmaterial som kan fungera som skydd samt metoder för att förhindra en markpackning. Den främsta metoden är uppdelningen av olika tillåtna kör- eller icke tillåtna körzoner.

Fråga tre tar upp hur man kan åtgärda en markpackning. Där finns det olika metoder om hur växter kan hjälpa jorden att återhämta sig eller hur markluckring av olika slag kan ge jorden nytt liv. Bl.a. finns försök med olika växter inom jordbruket samt luftning och luckring.

Under rubriken "Ett urval av växter som klarar kompakt, lerig jord med dålig dränering. Där finns en sammanställd lista på växter som klarar den ståndorten. Listan består av 74 stycken växter där man kan se hur olika typer av litteratur föreskriver användandet av växter.

Det finns även en rubrik som tar upp "vad gör att vissa växter klarar kompakt jord med dålig dränering?". Där finns det teorier en del teorier om översvämningståliga växter och dess möjlighet till överlevnad samt torktåliga växter som klarar stadsmiljöer. Bl.a. en observation som kan koppla samman dessa två.

I diskussionen för författaren en diskussion med tankar och funderar om de olika rapporterna och forskningen som finns i ämnet.

Innehåll

1 Inledning.....	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte och mål	1
1.3 Frågeställningar	1
1.4 Avgränsningar.....	1
1.5 Genomförande/material/metod	1
2 Hur uppstår en markpackning?	3
3 Hur går en markanalys till?.....	5
4 Hur kan man undvika en markpackning?	8
4.1 Olika markmaterial för att skydda marken	8
4.2 Maskiner.....	9
4.3 6 punkter att tänka på vid anläggning	10
5 Hur kan man åtgärda en markpackning?	11
5.1 Metod: Växter	11
5.2 Metod: Markluckring.....	11
5.2.1 Luckringsmetoder.....	11
6 Ett urval av växter som klarar kompakt, lerig jord med dålig dränering	13
Referenser (Tabell 1)	19
7 Vad gör att vissa växter klarar kompakt jord med dålig dränering?	20
8 Resultaten från markanalysen	21
9 Diskussion och slutsats.....	22
9.1 Hur uppstår en markpackning?	22
9.2 Hur går en markanalys till?.....	23
9.3 Hur kan man undvika en markpackning?.....	24
9.4 Hur kan man åtgärda en markpackning?	26
9.5 Ett urval av växter som klarar kompakt, lerig jord med dålig dränering	26
9.6 Vad gör att vissa växter klarar kompakt jord med dålig dränering?	27
9.7 Valet av metoden och materialet – hur kan det ha påverkat resultatet?	28
9.8 Sammanfattande av diskussionen samt tips och kommentarer till fortsatta studier i ämnet	29
Referenser	31
Bilagor.....	34
Bilaga 1	34

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Ämnet kommer i grund och botten från Alnarps förskola, som har problem med sin vegetation, och det kom på tal att problemet låg i marken. Att markpackning kan vara en anledning till att vegetationen dör. Detta gjorde mig intresserad av att ta reda på vad det kan vara som orsakar vegetationens död och om orsaken uppdagas, hur skulle den kunna åtgärdas samt även hur det hade kunnat undvikas från första början. Markpackning är dessutom inte endast ett problem på denna enskilda förskola utan ett stort problem för hela den gröna sektorn, vilket gör det ännu mer intressant att studera. Inriktningen, som arbetet kommer att ha, är hur man kan undvika att få packningsskador eller åtgärda redan befintlig markpackning. Samt en växtdel för att ge idéer på vilka trädarter som är möjliga i markpackad miljö.

1.2 Syfte och mål

Att få en bättre förståelse för hur markpackning uppstår och hur den bör undvikas samt hur man kan åtgärda redan befintlig markpackning. Arbetet ska användas som hjälp i kommande arbeten om markpackning.

1.3 Frågeställningar

- Hur uppstår markpackning? – Vad är det som händer i marken? Skall vara en kort förklaring om vad som anses vara markpackning och förklara dess uppkomst. Detta för att man lättare ska kunna förstå resten av arbetet.
- Hur kan man undvika markpackning? – Vilka metoder kan man använda för att undvika markpackning?
- Hur kan man åtgärda en markpackning? – Hur ska man gå tillväga för att få en bättre jord om den utsatts för markpackning? Ta bort och anlägga nytt? Växtval med egenskaper för markpackad jord?

1.4 Avgränsningar

Arbetet har fokus på markpackning i urban miljö. Materialet i litteraturstudien ska i största möjliga mån vara publicerat/utgivet efter år 1990.

1.5 Genomförande/material/metod

Arbetet genomfördes genom en litteraturstudie av nationellt och internationellt material inom ämnet generell markpackning i urban miljö. Jag har utfört en markanalys på Alnarps förskola där det misstänktes förekomma markpackning. Tanken med markanalysen var att den förhoppningsvis skulle ge mig en uppfattning om hur markanalysmetoden utförs och hanteras samt skulle förstärka min förståelse för ämnet i litteraturläsningen.

En annan del i arbetet skulle bli en växtlista gjord utifrån litteraturstudien, som visar på tänkbara växter för markpackad jord. Växtlistan, som togs fram, kommer från en sökmotor som finns på Movium plantarums hemsida. I sökmotorn markerades de olika kriterierna lerjord, kompakt jord och dränering(markerat med ett minus), som växtmaterialet bör klara. Resultat blev 74 olika arter och sorter som man kan se i tabellen (tabell 1). För att sedan kunna göra en jämförelse med uppgifterna på Movium plantarums hemsidan valdes åtta

referensböcker ut, som alla behandlar ämnet om växters egenskaper. Dessa var *Blommor och buskar* av Persson, Bengt m.fl. (2008)⁵; *Blommor och buskar* av Lorentzon, Kenneth m.fl. (1997)¹; *Boken om träd*, Nitzelius, Tor (1958)⁷; *Hilliers' Manual Of Trees & Shrubs* av David & Charles (1977)⁶; *Manual of Woody Landscape Plants - Their Identification, Ornamental Characteristics, Culture, Propagation and Uses* av Dirr, Micheal A. (1975)⁸; *Stadsträd från A – Z* av Bengtsson, Rune (1998)⁹; *Träd & Buskar i Trädgården* av Palmstierna, Inger (1999)³ och *Trädgårdens Prydnadsväxter* av Wright, Michael (2002)². Informationen som togs ur dessa referenser sammanställdes sedan och blev en växtlista.

Om tiden tillät skulle det göras en sammanställning på växter lämpliga för en förskola med markpackningsproblem. Detta fanns det dock inte tid med i detta arbete.

2 Hur uppstår en markpackning?

Vad är det som händer i marken? En kort förklaring om vad som anses vara markpackning och hur den uppkommer. Detta för att man lättare ska kunna förstå resten av arbetet.

Rolf (1993b) skriver att det vanligaste sättet som en packningsskada kan uppstå på i urbana miljöer är vid husbygge, anläggning av grönytor och/eller återkommande packningsskador på en jord, som åtgärdas för just packningsskador. Vid husbyggen används ofta tunga maskiner som ska köra materialet så nära det tänkta huset som möjligt för att underlätta byggnadsarbetet. Då skapar maskinens höga däcktryck och totalvikt stort tryck på marken, vilket ofta slutar i stora packningsskador. Detta måste sedan åtgärdas på något sätt för att marken ska kunna användas till någon typ av vegetationsyta t.ex. perennplantering, trädplantering, gräsytor etc.

Rolf (1993b) skriver att vid anläggning av grönytor kan det skapas flera olika typer av packningsskador och de kan komma att hamna på olika djupt beroende på tillvägagångssätt. Exempelvis ett förekommande sätt att lägga ut jord på anläggningsytor är att använda vägbyggnadstekniken, som ofta nyttjas vid massbalansering samt matjordsutläggning. Då lägger man ut jorden i tunna skikt, vilket gör att när man kör gång på gång över jorden så packas den i tunna skikt. Det vanligaste sättet som gör att jorden packas är dock att man även kör på terrassen, innan själva jorden har börjat läggas ut. Ett annat problem som ofta dyker upp när man blir medveten om packningsskadorna är att man inte vet hur det ska hanteras. Ofta står det i bygghandlingarna att terrassen ska luckras, men detta verkställs sällan pga. att det inte står hur luckringen ska gå till. Något som även skapar problem i ett senare skede är att det inte finns några billiga och bra metoder för att kontrollera om terrassen har luckrats eller inte.

Rolf (1993b) anser att återkommande markpackningar kan både vara svåra och relativt lätta att åtgärda. Packningar, som kommer av passerande djur och människor, är till mestadels ytliga. De gör då ingen större skada och är därför lättare att göra något åt. Skötselfordon med låg vikt kan åstadkomma medeldjupa markpackningar, medan de största packningarna kommer av den ständiga vibrationen, som kommer av all den trafik som passerar genom staden. Dessa markpackningar är svåra att komma ifrån för vibrationerna gör hela tiden att marken återpackas, även om den åtgärdas.

Rolf (1993a) skriver att markpackning kan komma av att ett hjul rör sig över en jordyta och marken inte har nog med kraft att stå emot trycket som uppstår vid kontakttillfället. Generellt kan man säga att det finns få jordar som klarar höga tryck och kan motstå spänningarna som bildas i jorden pga. lasten. Det är markens fysikaliska egenskaper som avgör om och hur mycket tryck den kan hantera, även hjulets fysikaliska egenskaper är avgörande. Det är både vertikala och horisontella krafter som påverkar jorden genom marktryck, ältning samt slirning. Det som avgör hur stort tryck som jorden utsätts för beror på hur stor kontaktytan är mellan hjulet och jorden. Detta kan komma av hur stort lufttryck hjulet har samt storlek och däcktyp.

Jorden kan hantera ett tryck upp till 200-400 kPa och det är den kritiska gränsen, som man kan läsa om i en del vetenskapliga texter (Eriksson, 1982). Packningen som uppstår kommer av att jordens porvolym och porstruktur trycks ihop. Porvolymen blir mindre och

porstrukturen förändras till det sämre (Rolf, 1993a). Makroporer har en speciell betydelse för jorden med sina stora porer, som spelar in i markprofilens egenskaper, och i dessa porer sker genomsläpp av vatten, syretransporter och framkomlighet för rötter (Eriksson, 1982). Därför är en minskning av makroporer förödande för jorden genom att den vertikala infiltrationsförmågan nästintill kan upphöra. Ett exempel på det är att jorden kommer ta längre tid på sig att torka upp vid regn, vilket kan skapa problem i t.ex. ett anläggningsprojekt (Anselmsson, 2003).

Arvidsson (1995) skriver att vattenhalten har betydelse för hur jorden reagerar på marktryck och det beroende på hur hög den är. När jorden är torr lägger sig vattnet i jordpartiklarnas kontaktpunkter och där gör ytspänningen att partiklarna binds hårt mot varandra. Ytspänningen fungerar då som ett sorts lim, vilket gör att när jorden utsätts för marktryck rör den sig inte så lätt. Man kan då säga att den inte är lika känslig för marktryck. En jord som däremot är våt har svårare att motstå ett marktryck när det väl utsätts för det. Det som händer i marken är då snarare att vattnet utgör ett smörjningsmedel, vilket gör att jordpartiklarna lätt trycks ihop och skapar en packning. Om marken packas endast i en rakt nedgående linje under hjulet eller om den även går i sidled är också något som vattenhalten i jorden avgör. Om marken är våt kommer trycket att gå rakt ner i jorden, vilket skapar en hård packning i endast en liten del av jorden. Medan vid en torrare jord (finns ingen specifik vattenhalt i litteraturen) sprids trycket både rakt och sidledes ner i jorden, vilket gör att jorden inte packas lika hårt utan en "lättare" packning sker över en större yta.

Arvidsson (1995) anser att det inte tvunget behöver betyda att marken packas för att ett hjul rullar över ytan. Han skriver även att jordpackning har definitionen "minskning av porvolymen, dvs. markpartiklarna ändrar läge på ett sådant sätt att andelen hålrum i marken minskar". Det finns jordar som trycks ihop när hjulet passerar över ytan, men kan delvis eller helt gå tillbaka till sin ursprungliga jordstruktur efteråt. Detta kallar man för en elastisk deformation. Den andra typen av deformation är plastisk deformation, som då behåller den nya strukturen den får av körning på ytan.

Rolf (1993b) menar att markpackningen gör att rotutvecklingen hämmas för växterna, vilket medför att rötterna endast kan få tillgång till det översta jordlagret att växa i. Det kan i sin tur medföra en större risk att större växter, exempelvis träd, kan välta lätt vid kraftig vind. Något annat som även påverkas av en packad mark är vattengenomsläppligheten. Marken kan ha svårt att släppa igenom större mängder vatten i terrassen. Gräsytor klarar packning i terrassen relativt bra, men påverkas negativt av markpackning i det översta jordlagret.

3 Hur går en markanalys till?

Markanalys är något man ofta använder för att kontrollera marken när man misstänker att jorden har en packningsskada. En enkel metod är att använda en penetrometer, vilket är en metod som inte kräver allt för mycket tid, kunskap eller en avancerad utrustning. En penetrometer känns igen på den ofta långa metallstången med den lilla konen i ena änden. Konen är lite större i diameter än själva metallstången, vilket gör att när man trycker ner den i jorden känner man hur stort motstånd är. Detta gör att man kan avgöra om det finns markpackning eller andra saker i jorden som t.ex. stenar, rötter etc. Att använda en penetrometer är nog den vanligaste metoden att mäta markens motstånd på. Metoden har bland annat använts till att ta reda på hur framkomlighet och tillväxt av rötter i jorden är (Löfkvist, 2005).

En markpackning kan ge sig till känna på flera olika sätt t.ex. genom dålig eller ingen tillväxt alls på vegetationen, stående vatten etc. Det är inte nödvändigt att veta mycket om platsen, som ska undersökas, men det kan vara en fördel att ha lite förkunskap. Det kan underlätta om man stöter på något i marken, som man inte vet vad det är eftersom de inte ger de typiska ljuden för sten och trädrötter.



Figur 1. Satellitbild över Alnarps förskola. Den visar området som analyserades.

Foto: Google Earth

Alla tänkbara ljud kan man höra när man gör en markanalys med en penotrometer. Detta kan man träna upp att höra relativt snabbt. Det kan underlätta om man har någon, som har kunskap och möjligheten att visa vad man ska tänka på och vad man ska lyssna efter. Det är svårt att föra ner detta i ord därför är mitt råd, som sagt att ta kontakt med någon kunnig person, som har kunskap om metoden. De kan säkerligen förklara hur det bör gå till, vad man ska tänka på och vad man ska lyssna efter. Samt att det enda sättet att lära sig metoden och kunna "läsa" ljuden, är att träna hörseln.

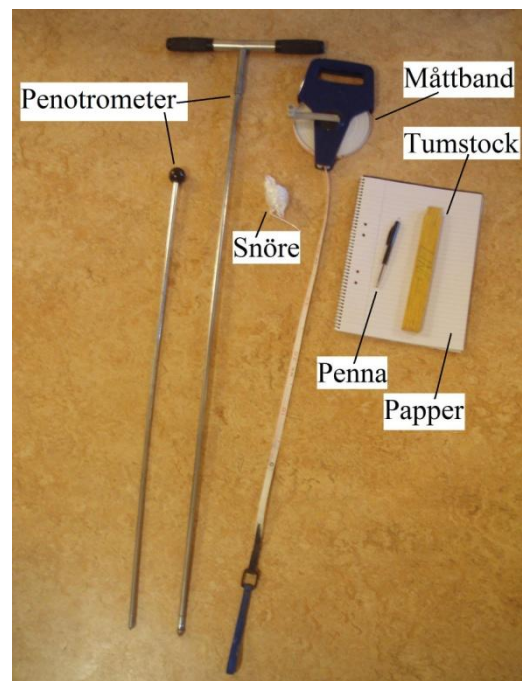
Markanalysen i denna rapport utfördes på Alnarps förskola, som man kan se en överblick på i figur 1. Området som undersöktes är markerat med en röd ring. På Alnarps förskola hade jag fått tips om att vegetationen hade svårt att etablera sig och att man misstänkte att markpackning kunde vara en trolig orsak. Inför markanalysen visste jag inte mycket om platsen förutom att det en gång i tiden stått växthus på platsen (Gustafsson, 2009, muntl.) och att förskolan öppnades 15 januari 2007 (Lomma kommun, 2009 [www]). Jag hade ingen direkt förkunskap om penotrometermetoden, som jag skulle utföra undersökningen med. Den enda kontakt jag haft med penotrometer innan är endast under de få timmar vi fått i undervisningen på Landskapsingenjörsprogrammet i olika markkurser. Därför bestämde jag i samråd med min handledare Eva-Lou Gustafsson att vi skulle ta lite tid ute i parken så att hon kunde visa mig hur man skulle använda utrustningen. Innan det var dags för mig att genomföra undersökningen själv på Alnarps förskola.

För att få jobba i fred valde jag att lördagen den 5 december 2009 att utföra markanalysen. Dagen bjöd på en blå himmel, sol, fuktiga markförhållanden och kylig temperatur, vilket gav lämpliga förutsättningar för undersökning. Undersökningen gick relativt fort att göra, ca 1,5 timme.

Här följer en lista på utrustningen jag hade fått låna samt ett foto på vad utrustningen bestod av: (Se figur 2)

- Penotrometer, ca 110 cm lång från handtag till spets. Tvåhandsgrepp
- Penotrometer, ca 80 cm lång från handtag till spets, enhandsgrepp
- Måttband, i detta fall 30 m långt
- Måttstock, 2 m långt
- Snöre, ca 10-12 m långt
- Penna
- Papper (gärna rutigt)

Väl ute på plats gick jag runt och kontrollerade tillväxten på den vegetationen som fanns där. Det var där man skulle kunna misstänka att det förekom packning i marken. Efter kontrollen valde jag den yta där vegetationen hade minst tillväxt och började med förberedelserna för undersökningen. Där mättades det ut med måttband samt lades ut snöre för att kunna kontrollera att avståndet mellan mätpunkterna inte skulle ändras under tiden för undersökningen. Ytan som mättes upp (se figur 1) var en 15,5 m lång sträcka från staketets hörn upp till träsargen tillhörande gungorna och sedan två meter längs med sargkanten. Denna yta delades sedan in i ett rutsystem, som på bredden hade stickpunkter på 0,1 m, en meter samt två meter, alla med utgång från staketet. På längden delades sträckorna på 15,5 m upp med en meter mellan stickpunkterna. Det blev 17 stickpunkter på varje linje, sammanlagt 51 stycken.



Figur 2. Utrustningen som användes vid markanalysen.
Foto: Camilla Lincoln

Ett rutnät ritades upp på ett pappersark där avståndet mellan stickpunkterna i rutnätet skrevs upp och även kolumner för de kommande stickdjupen ritades in i tabellen. Tabellen skulle senare kunna användas i diskussionen om huruvida marken var utsatt för en packningsskada eller inte. Efter det var det bara att börja undersökningen med att sticka ner penotrometern i jorden vid staketets hörn, en dm ut från staketet och djupet, som mättes upp på penotrometern, skrevs upp i tabellen (se bilaga 1). Samma procedur upprepades över hela ytan. När undersökningen av det utsedda området på Alnarps förskola var klart valde jag att slumpmässigt göra stickprover på olika platser runt om på förskolans inhägnade område. Det var för att få en uppfattning om det möjligtvis fanns andra platser på förskoleområdet som verkade intressanta för en undersökning. Resultatet av stickprovningen gav djup mellan 0,20-0,45 m. På flertalet stickdjup var det helt okej markdjup och därför valde jag att inte göra någon mer undersökning på platsen. Tabellen renskrevs sedan och resultatet av undersökningen finns att läsa i kapitel 8 Resultaten från markanalysen.

4 Hur kan man undvika en markpackning?

Vilka metoder kan man använda för att undvika markpackning?

4.1 Olika markmaterial för att skydda marken

I Barfoed Randrup's (1997) text tas det upp om en utvärdering utförd av Lichter och Lindsey (1994a). Utvärderingen gick ut på att undersöka 5 olika typer och kombinationer av material, som skulle göra att man undvek att jorden kompakterades. De fem olika materialkombinationerna som användes var mulch, grus, mulch/geotextil, mulch/galler/rister och plywood. Undersökningen visade att ingen av kombinationerna egentligen fungerade utan slutsatsen drogs att man istället skulle involvera platsens tänkta arbetsteam om vart de får köra sina maskiner för att underlätta för platsens framtida växtrötter.

Barfoed Randrup's (1997) slutsats gav även att en indelning av arbetsplatsen är en god idé. Den kan delas in i tre zoner: en byggnationszon, en arbetszon och en skyddad zon. Indelningen i zoner gör att man kan styra trafiken lättare över en anläggningsyta, vilket kan göra att man kan undvika oavsiktlig kompaktion.

En förklaring till vad som menas med de tre olika zonerna är (Barfoed Randrup, 1997):

- Byggnationszon: zon med byggnader, vägar, stigar samt ytor som ligger väldigt nära byggnader räknas även in här. Inga specifikationer angående förebyggande eller bevarande åtgärder på byggnationsytan bör finnas. Istället ska det fokuseras på hur man bör hantera jordpackningen, som troligtvis kommer att uppstå under anläggningstiden. Om ytan t.ex. ska användas som växtplats bör växtvalet göras efter de förhållandena. Saker att ha i åtanke inför hantering av dessa ytor efter byggnation är specifikationer runt ny jord, luckring av jorden och det optimala luckring ner på rätt jorddjup.
- Arbetszon: zon som används till förvaringsytor, körytor etc. under själva byggnationsperioden. Det är samma sak här att man måste ha i åtanke att jorden troligtvis kommer att packas under byggnationen och att växtvalet måste göras efter förhållandena. Det beror ju även på hur jorden hanteras efter färdig byggnation, om den delvis kan skyddas från att kompakteras och/eller hur luckring av ytan kan utföras.
- Skyddad zon: här ska det inte förekomma någon typ av trafik och/eller byggnadskonstruktioner. Skydd, som staket, ska förekomma för att hindra oavsiktlig körning på skyddade ytor.

Barfoed Randrup (1997) avslutar sina slutsatser med att skriva att en mer detaljerad beskrivning över hur upplägget på de tre zonerna ska göras avgörs av hur designen och strukturen av byggnationen samt området runtomkring ska se ut efter färdigställandet.

I en text skriven av Gysi (2001) visar en undersökning att genom att man lägga ett lager på 30 cm sand kan man minska hjulets tryck mot marken betydligt. Då sandlagret visade sig vara väldigt effektivt mot jordpackning kan man ana att även ett tillräckligt tjockt gruslager skulle kunna ha en liknande god effekt. Gruslager, som packningsskydd, är ett vanligt sätt, som används vid byggnation av gasledningar (i Schweiz), för att just förhindra jordpackning.

Staland et al. (2002) skriver att inom skogsbruket händer det att man måste köra på fuktiga och blöta partier, som har dålig bärighet. Detta vill man i största möjliga mån undvika, vilket man kan göra genom att skapa bättre tillgänglighet. Lösningar är noggrann planering av körvägar och påfarter till vägarna där timmerbilarna ska hämta rundveden samt tillfälliga broar av olika material. Det finns bland annat fyra olika sätt att skydda känsliga partier i skogsbruket. Dessa fyra är risa, kavelbro, markskonare och Weholite-bron.

Det första, risa, förklarar Staland et al. (2002) att det innebär att man lägger ris från avverkat skogsvirke på de ytor som har dålig bärighet. Det kan göras starkare om man även använder massavedsbitar under själva riset. Denna rismetod har en praktisk längd på upp till 10 meter och livslängden är relativt kort eftersom risets slits sönder fort. Detta gör att man måste ha kontroll på när det är dags att lägga på mer ris för att ha ett fortsatt skydd. Den kostnad som blir för rismetoden är endast den tid som skotaren lägger ner på utkörandet av riset. Det avverkade riset bör läggas i högar för att spara tid vid hämtning och utläggning.

Staland et al. (2002) skriver att kavelbro är en bro byggd av virkesbitar (helst lågpris) eftersom virket blir förorenat och då ej kan användas i industrin. Dessa virkesbitar läggs tätt efter varandra och bron kan göras starkare genom att även ha längsgående virke under samt täckas med ris. Den praktiska längden på en kavelbro är ca 40 meter, men det går att bygga längre om man vill. Dock är erfarenheten att gränsen går där. Livslängden på en kavelbro beror på konstruktionen. Om den är byggd på rätt sätt kan den hålla för transport av stora objekt och volymer.

Staland et al. (2002) benämner också en markskonare med namnet "Alf". Det finns ytterligare en variant, på marknaden, för att skona skogsmark vid trafikering av skogsmaskiner. Den är gjord i trä och är konstruerad i sektioner. Dessa träsektioner har måtten 4,7 m lång och 0,75 m bred. Man lägger sedan ut de i par på marken där man ska köra. Vill man använda "Alf" vid dikesövergångar bör man ha ett stöd under av tvärliggande virke. Något som är viktigt att ha i åtanke när man lägger ut dessa träsektioner är att de bör ligga så plant som möjligt för att undvika att de knäcks vid användning. Eftersom maskinen, som kör ut sektionerna, gör det redan första gången den kör ut i terrängen så är det inte en särskilt tidskrävande åtgärd. Den praktiska längden vid en dikesöverfart är 3 meter medan när marken har dålig bärighet kan sektionerna läggas upp till 30 m.

Den sista metoden för att skydda känsliga partier, som Staland et al. (2002) också nämner i sin text, är Weholite-bron. Den var ett nytt koncept år 2002 med då okänd livslängd. Bron är gjort i polyeten och är formad i en valvbåge. Bredden är densamma, 4 m, medan den finns i tre olika längder på valvet, 2, 2,5 och 3 m. Weholite-bron placeras över hindret t.ex. diken, stigar, vägpåfarter etc. Den kräver att marken är fast för att kunna vara tillräckligt stabil och säker, för övrigt har den inga andra krav.

4.2 Maskiner

Arvidsson (1995) skriver i sin text att något man tänker på vid val av maskiner inom jordbruket, som även kan tas in vid större anläggning i den urbana miljön, är maskinernas arbetsbredd. En anledning till det är att arbetsbredden inte behöver avgöra storleken på maskinen samt att något som bör tänkas på är körmönstret. Ett bra planerat körmönster gör att utläggningsmaterialet inte tar slut mitt ute på anläggningsytan. Det resulterar

förhoppningsvis i att man kan få ut en vinst i tid och pengar. En annan betydande sak kan vara att planera in fasta körspår och lämpliga infarter, även rätt antal, för att slippa bli stående med tomt lass mitt ute på anläggningsytan.

Arvidsson (1996) tycker att det man bör eftersträva vid körning på jord är en skonsam övergång med maskiner. Med låga maskinvikter, lågt ringtryck samt god däckutrustning kan man undvika jordpackning till en viss del.

Inom skogsbruket använder man sig av bredare däck på t.ex. sina skotare (Staland et al., 2002). Det är ett terrängfordon/en skogsmaskin, som används vid transport av rundvirke från avverkningsplatser. Dessa är oftast belägna i en terräng utan vägar (Wikipedia, 2010 [www]). Dessa skotare har med full last testats på åkermark där de fick åka fram och tillbaka 10 gånger med två olika bredd på däcken. Spårdjupet halverades när man bytte från 600 mm breda däck till 800 mm. Dock är det en kostnadsfråga för dessa däck skiljer sig med x antal tusenlappar i pris (Staland et al., 2002). Något annat som Staland et al. (2002) tar upp är CTI-system, som står för "Central Tyre Inflation" och innebär att däckets lufttryck kan ändras, med hjälp av detta system, under själva färden. Tester med en fullastad skotare, som passerade över ytan tio gånger, visade att om man reducerade lufttrycket ner till 40 procent av den normala nivån halverades spårdjupet. Nackdelen med lågt lufttryck är dock att däcken blir känsliga för punktering från sidorna. Det är därför viktigt att maskinen körs med högt lufttryck på områden med sten.

4.3 6 punkter att tänka på vid anläggning

Enligt Arvidsson (1995) finns det 6 punkter att ha i åtanke vid anläggning av en yta för att undvika markpackning:

1. Vattenhalt.
2. Jordart.
3. Aggregatens hållfasthet. En jord, som innehåller stabila aggregat, klarar bättre av tryck utan att ta skada av det. Exempelvis en styv lera.
4. Redan packad jord. I en jord som redan har en kraftig packning krävs det höga tryck för att den ska kunna packas mer. Exempelvis vid en anläggning på en gammal åkermark brukar det finnas plogsulor. Dessa behöver utsättas för höga tryck för att packas mer, vilket ger en positiv effekt för att trycket fördelas i sidled ner i jorden. Detta gör att trycket inte går ner djupare i alven.
5. Storlek på trycket. Hållfastheten på jorden gör att den klarar tryck upp till en viss nivå utan att ändra sin form. Detta kallas elastisk deformation och innebär att jorden kan gå tillbaka till sin ursprungliga form utan hjälp. Medan en plastisk deformation, som bildas när trycket blir för stort, innebär en formförändring som blir kvar i jorden, som kräver hjälp för att kunna återgå till sin ursprungliga form.
6. Verkningstid på trycket. Jordpackningen blir normalt inte lika stor om t.ex. en traktor endast passerar över ytan, än om den åker fram och tillbaka under en längre tid.

5 Hur kan man åtgärda en markpackning?

Hur ska man gå tillväga för att få en bättre jord om den utsatts för markpackning? Ta bort och anlägga nytt? Växtval med egenskaper för markpackad jord?

5.1 Metod: Växter

I Löfkvist (2005) utförs en undersökning på åkermark där man testar 6 olika arter, däribland blåusern (*Medicago sativa* L.), cikoria (*Cichorium intybus* L.), lupin (*Lupinus luteus* L.), rödklöver (*Trifolium pratense* L.), korn (*Hordeum vulgare* L.) och rörsvingel (*Festuca arundinacea* L.) för att se vilken/vilka växter som möjligen kan modifiera strukturen i en packad alv. Undersökningen visade att de arterna gjorde mycket nytta i jorden och gav de efterkommande växterna bättre förutsättningar att överleva. De arter som gav bäst resultat var cikoria och blåusern. De rekommenderas för fortsatta studier samt för jordbrukare som vill testa nya metoder för att bibehålla en bra jord.

5.2 Metod: Markluckring

Rolf (1993a) anser att när marken behöver bättre vatten- och lufthushållning är djupluckring ofta något man använder. Jorden ger då växterna en bättre vattentillgänglighet, framkomlighet för rötter samt att bearbetningen i jorden ökar. Djupluckringen måste vara så pass bra genomförd att den verkligen ger växtligheten bättre levnadsförhållanden då de t.ex. slipper stående vatten, mekaniskt motstånd, syrebrist etc. Tanken med en djupluckring är ju även att luckringsåtgärden ska vara bestående i marken långt efteråt. Ofta är åtgärden mer bestående i tyngre jordar än i lättare.

Det är vissa saker man bör tänka på när det gäller luckring (Rolf 1993a):

- Hur hög vattenhalten är i jorden
- Det professionella genomförandet
- Utrustningens nytta
- Utrustningens kapacitet
- Dränering av högt grundvatten
- Vattenhalt i den bearbetade jorden om vidare arbeten ska utföras. Att risk för återpackning finns
- Ytan bör förses med växter snarast möjligt för att hjälpa upptorkningsförloppet

Enligt Rolf (1993a) är det man vill åstadkomma med markluckring att den torra, packade jorden bryts upp och att aggregaten rubbas och förflyttas. Denna förändring gör att nya sprickor och hålrum bildas samt att jorden inte blir oförändrad efter luckringsverktyget. Det som kan skapa problem vid brytningen av aggregat är att om jorden är för torr så blir aggregaten stora klumpar istället för de små aggregaten man är ute efter. Dessa stora klumpar skapar alldeles för stora sprickor som minskar porernas kapacitet att hålla vatten. Dock är risken att jorden är alldeles för torr för en luckring väldigt liten. Det är betydligt större risk att den är för fuktig.

5.2.1 Luckringsmetoder

Det presenteras tre olika luckringsmetoder i Rolf (1993a). Dessa tre metoder används olika beroende på markprofilen samt de fysikaliska och kemiska egenskaperna. Studerar man markens egenskaper detaljerat kan man få ut information om t.ex. hur djupt

packningshorisonterna går. Den kunskapen kan man nyttja i val av luckringsmetod. De tre metoderna, som tas upp i rapporten är:

- 1 Lyftning/vändning är en traditionell metod där man använder verktyg som hacka, spade, plog och/eller grävskopa. Hackan är det verktyg som jobbar ytligast medan plogen jobbar sig djupast ner i jorden. Grävskopan är i den ursprungliga texten fortfarande ett relativt nytt verktyg, som kan gå ner ännu djupare i jorden än vad plogen gör.
- 2 Uppbrytning/lyftning, där man använder harv, alvluckrare och/eller asfaltrivare. Harv och alvluckare är vanliga verktyg inom jordbruket, medan asfaltsrivaren är mer vanligt att använda vid luckring av terrass på blivande grönytor. Det går till så att man har en banddriven schaktmaskin där asfaltsrivaren är bakmonterad, som sedan luckrar terrassen.
- 3 Luftning, där man kan använda stickluftning med grep, stickluftare, hålpipluftare eller hålpipsluftare med explosion genom tryckluft eller dynamit. Metoden är mer vanlig på ytor där vegetationen redan är etablerad. Stickluftning av olika typer är vanligt att använda för luckring av sportgräsytor. Tryckluft brukar användas när det handlar om luckring vid och/eller i närheten av träd. Då injiceras tryckluft kraftfullt i marken och förflyttar jorden.

Rolf (1993a) skriver att oavsett vilken metod man bestämmer sig för att använda vid markluckring, är det viktigt att marken bearbetas ordentligt och det ända ner under den horisont där packningen förekommer. Bearbetningen ska verkligen åtgärda de negativa faktorer som markpackningen skapar, exempelvis syrebrist, stående vatten, mekaniskt motstånd etc. samt att den ska vara varaktig i längden för att processerna, som finns naturligt i jorden, ska ha en chans att börja om på nytt.

6 Ett urval av växter som klarar kompakt, lerig jord med dålig dränering

Tabellen är framtagen genom en sökmotor som finns på Movium plantarums hemsida. I sökmotorn markerades de olika kriterier som det anses att växter behöver ha för att klara av denna typ av miljö. Sökorden var följande: lerjord, kompakt jord och dränering (markerat med ett minus). Detta gav ett resultat på 74 olika arter och sorter som man kan se i tabellen (tabell 1). För att sedan jämföra vad som sägs om dessa växter på Movium plantarum och i olika litteraturer så införskaffades åtta stycken böcker med olika ”tyngd”. Dessa böcker var:

Blommor och buskar. ⁵Persson, Bengt m.fl. (2008)

Blommor och buskar. ¹Lorentzon, Kenneth m.fl. (1997)

Boken om träd. ⁷Nitzelius, Tor (1958)

Hilliers' Manual Of Trees & Shrubs. ⁶David & Charles (1977)

Manual of Woody Landscape Plants - Their Identification, Ornamental Characteristics, Culture, Propagation and Uses. ⁸Dirr, Micheal A. (1975)

Stadsträd från A – Z. ⁹Bengtsson, Rune (1998)

Träd & Buskar i Trädgården. ³Palmstierna, Inger (1999)

Trädgårdens Prydnadsväxter. ²Wright, Michael (2002)

Ca hälften av dem klassas som amatörträdgårdsmästarens böcker medan den andra halvan anses vara tyngre litteratur för yrkesmänniskor. Dessa åtta stycken böcker och informationen från Movium plantarum har gått igenom och resultatet av den tolkningen jag gjorde av det som står i litteraturen kan ni se med olika siffernoteringar vid kryssen i tabellen.

Tabellen är sålunda en sammanställning av olika typer av litteraturer på marknaden samt kan återfinnas på olika bibliotek. Den är till för att hjälpa och skapa förståelse för vilka växter som gillar vilka ståndorter och vad litteraturen hänvisar till för användningsområden.

Tabell 1. Växter som tål kompakt, lerig jord med dålig dränering

Latinskt namn	Svenskt namn	Växt-zon	Markförhållanden				Tål								Rotsystem				Tillväxt				
			Lerigt	Ler/Sand	Sandigt	Trädgårdsjord	Torv	Kompakt jord	Mager jord	Marksalt	Stadsmiljö	Torka	Vind	Väta	Aggressivt	Rotskottsbildande	Samlat	Utbrett	Långsamt	Normal	Pionjärväxt	Snabbt	Ömtåligt
<i>Acer saccharinum</i> 'Laciniatum Wieri'	Flikbladig silverlönna	3 ⁹ -4 ^{1,4}	X ^{1,4} , #9	X ⁴ ,# 7,#9	X ^{#7} , #9	X ^{1,2,3,4} ,#9		X ⁴ ,# 9			X ⁴ ,9	X ^{#8}		X ^{1,2,4} , #9	X ⁴			X ⁴				X ⁴ , 7,#8, 9	
<i>Alnus glutinosa</i>	Klibbal	5 ⁹ -6 ⁴	X ⁴ ,* 7,9	X ⁴ ,* 7,9	X ⁴ ,* 7,9	X ^{2,6} , #7		X ⁴ ,9	X ⁴	X ⁴	X ⁴ ,8, *9	X ⁴	X ⁴ ,7	X ^{2,3} ,* 4,7,8,9	X ⁴ ,7, 9	X ⁹		X ⁴ , 7			X ⁴ ,9	X ² , 4,7,8	
<i>Alnus incana</i>	Gråal	6 ^{3,9} -7 ⁴	X ⁴ ,* #7	X ⁴ ,* 9	X ⁴ ,* 9	X ^{2,6} , #7,9		X ⁴	X ⁴	X ⁴	X ⁴ ,9	X ^{3,4}	X ⁴ ,7	X ^{2,3} ,* 4,6,#7,9	X ⁴	X ⁴ ,7, 9		X ⁴			X ⁴	X ^{2,4} , #7	
<i>Alnus incana</i> 'Aurea'	Guldal	4 ⁹ -5 ⁴	X ⁴ ,* #7	X ⁴ ,* 9	X ⁶ ,* 9	X ^{2,4} ,* 6,#7,*9		X ⁴	X ⁴	X ⁴	X ⁴	X ⁴	X ^{#7}	X ^{2,3} ,* 4,#6,#7, *9		X ⁴ ,# 7,9		X ⁴		X ⁴		X ² , 7	
<i>Alnus incana</i> 'Laciniata'	Flikbladig gråal	5 ³ -6 ^{4,9}	X ⁴ ,* #7	X ⁴ ,* 9	X ⁶ ,* 9	X ^{2,4} ,* 6,#7,*9		X ⁴	X ⁴	X ⁴	X ⁴	X ⁴	X ^{#7}	X ^{2,3} ,* 4,#6,#7, *9		X ⁴ ,# 7,*9		X ⁴		X ⁴		X ² , 7	
<i>Clematis vitalba</i>	Skogsklematis	4 ^{1,4} ,5		X ^{1,4} , 5,#6		X ^{1,4} ,5, #6		X ⁴	X ⁴		X ⁴						X ⁴					X ⁴ ,5	
<i>Cornus alba</i> 'Argenteo marginata' ⁵	Vitbrokig kornell	6 ^{1,4} ,5	X ⁴	X ⁴		X ^{1,2} ,# 3,4,5		X ⁴	X ⁴		X ⁴	X ^{#6}		X ^{#6}	X ^{#2}	X ^{#2}	X ⁴			X ⁴		X ^{#3} , #8	
<i>Cornus alba</i> 'Gouchaultii'	Gulbrokig kornell	5 ^{1,3} ,4,5	X ⁴	X ⁴		X ² ,#3, 4		X ⁴	X ⁴		X ⁴	X ^{#6}		X ^{#6}	X ^{#2}	X ^{#2}	X ⁴					X ^{#3} , 4,#8	
<i>Cornus alba</i> 'Kesselringii'	Blodkornell	5 ³ ,4	X ⁴	X ⁴		X ² ,#3, 4		X ⁴	X ⁴		X ⁴	X ^{#6}		X ^{#6}	X ^{#2}	X ^{#2}	X ⁴			X ⁴		X ^{#3} , #8	
<i>Cornus alba</i> 'Sibirica'	Korallkornell	7 ^{1,3} ,4,5	X ^{1,4} , 5	X ⁴		X ^{1,2} ,3, 4,5		X ⁴	X ⁴		X ⁴	X ^{#6}		X ¹ ,#6	X ^{#2}	X ^{#2}	X ⁴					X ^{#3} , 4,#8	
<i>Cornus sanguinea</i>	Skogskornell	6 ³ ,4	X ⁴	X ⁴		X ² ,4		X ⁴	X ⁴		X ⁴	X ^{3,4}	X ^{3,4}	X ⁴		X ⁴ ,8	X ⁴					X ⁴ ,8	
<i>Cornus stolonifera</i> 'Flaviramea'	Gullkornell	6 ¹ ,*3,4,5	X ^{1,4} , 5	X ⁴		X ¹ ,#2,4, 5		X ⁴	X ⁴			X ⁶		X ⁴ ,6		X ⁴	X ⁴					X ⁴	
<i>Cornus stolonifera</i> 'Kelsey's Dwarf'	Tuvkornell	5 ⁴ -6 ^{*3} ,5	X ⁴ ,5	X ⁴		X ² ,4,5		X ⁴			X ⁴			X ⁴		X ⁴	X ⁴		X ⁴				

Latinskt namn	Svenskt namn	Växt-zon	Markförhållanden				Tål								Rotsystem				Tillväxt				
			Lerigt	Ler/Sand	Sandigt	Trädgårdsjord	Torv	Kompakt jord	Mager jord	Marksalt	Stadsmiljö	Torka	Vind	Väta	Aggressivt	Rotskottsbildande	Samlat	Utbrett	Långsamt	Normal	Pionjärväxt	Snabbt	Ömtåligt
<i>Crataegus curvisepala</i>	Spetshagtorn	5 ⁴	X ⁴	X ⁴		X ^{2,4,*} ₉		X ⁴	X ^{4,*9}	X ^{*2}	X ^{2,4} _{6,*9}	X ⁴	X ^{*2,4} _{6,*9}					X ⁴		X ⁴	X ^{*9}	X ^{*9}	
<i>Crataegus laevigata</i>	Rundhagtorn	4 ^{4,9}	X ⁴	X ⁴		X ^{4,*9}		X ⁴	X ^{*9}		X ^{4,□} ₆	X ⁴	X ^{4,□} _{6,*9}					X ⁴		X ⁴	X ^{*9}	X ^{*9}	
<i>Crataegus monogyna</i>	Trubbhagtorn	4 ^{1,5} -5 ^{4,9}	X ^{1,4} ₅	X ⁴		X ^{4,*9}		X ⁴	X ^{*9}		X ^{4,□} _{6,9}	X ⁴	X ^{4,5} _{6,*9}					X ⁴		X ⁴	X ^{*9}	X ^{*9}	
<i>Crataegus x mordenensis 'Toba'</i>	Pärilhagtorn	5 ^{3,4} -6 ⁹	X ⁴	X ⁴		X ^{4,*9}		X ^{3,4}	X ^{3,*9}		X ^{3,4} _{6,*9}	X ^{3,4}	X ^{3,□} _{6,*9}	X ³				X ⁴		X ⁴	X ^{*9}	X ^{*9}	
<i>Euonymus europaeus</i>	Benved	5 ⁴ -6 ³	X ^{4,□} ₆	X ^{4,□} ₆	X ^{□6}	X ^{2,4,□} ₆		X ^{3,4}	X ^{3,4}		X ³	X ^{3,4}	X ^{3,4}	X ^{3,4}			X ⁴			X ⁴ _{,8}		X ^{#8}	
<i>Euonymus europaeus 'Evert'</i>	Benved	2 ⁴ -4 ^{1,3,5}	X ^{4,□} ₆	X ^{4,□} ₆	X ^{□6}	X ^{1,2,4} _{5,□6}		X ⁴				X ⁴	X ⁴	X ⁴			X ⁴			X ⁴ _{,#8}		X ^{#8}	
<i>Euonymus europaeus 'Red Cascade'</i>	Benved	4 ⁴	X ^{4,□} ₆	X ^{4,□} ₆	X ^{□6}	X ^{2,4,□} ₆		X ⁴				X ⁴	X ⁴	X ⁴			X ⁴			X ⁴ _{,#8}		X ^{#8}	
<i>Fraxinus excelsior</i>	Ask	5 ^{1,3,4,5,9}	X ^{*2,4} _{5,□6,7,8,□9}	X ^{4,□} _{6,7,□9}	X ^{□6}	X ^{1,2,5} _{□6,9}		X ⁴			X ^{*2,□} _{6,9}	X ⁴	X ^{*2,3} _{4,□6,9}	X ^{*2,4,7} _{8,9}				X ⁴ _{,□9}		X [□] ₉		X ^{*1,□} _{2,3,4,5,□6,7}	
<i>Ligustrum vulgare</i>	Liguster	3 ³ -4 ^{1,4,5}	X ^{4,5} _{□6}	X ^{3,4} _{□6}	X ^{□6}	X ^{4,□6}		X ^{3,4}	X ^{3,4}		X ^{3,4}	X ^{3,4}	X ³			X ⁴	X ⁴					X ^{4,□} ₆	
<i>Ligustrum vulgare 'Atrovirens'</i>	Vintergrön liguster	3 ^{1,3,5} -4 ⁴	X ^{*1,4} _{5□6}	X ^{4□6}	X ^{□6}	X ^{4□6}		X ⁴	X ⁴		X ⁴	X ⁴					X ⁴					X ^{4,□} ₆	
<i>Ligustrum vulgare 'Atrovirens Select'</i>	Vintergrön liguster	3 ⁴	X ^{*1,4} _{5□6}	X ^{4□6}	X ^{□6}	X ^{4□6}		X ⁴	X ⁴		X ⁴	X ⁴					X ⁴					X ^{4,□} ₆	
<i>Ligustrum vulgare 'Liga'</i>	Vintergrön liguster	3 ^{1,4,5}	X ^{*1,4} _{5□6}	X ^{4□6}	X ^{□6}	X ^{4□6}		X ⁴	X ⁴		X ⁴	X ⁴					X ⁴					X ^{4,□} ₆	
<i>Ligustrum vulgare 'Lodense'</i>	Dvärgliguster	4 ^{1,3,4,5}	X ^{*1,4} _{5□6}	X ^{4□6}	X ^{□6}	X ^{4□6}		X ⁴	X ⁴		X ⁴	X ⁴					X ⁴			X ⁴		X ^{□6}	
<i>Malus (tingo var.)⁵ sargentii</i>	Bukettapel	4 ¹ -5 ³ -6 ^{4,5}	X ^{□2} _{4,5}	X ^{4,5}		X ^{2,4,□} _{6,*9}	X ⁵	X ^{3,4}	X ^{3,4}		X ^{3,4} _{*9}	X ^{3,4}	X ^{3,*9}	X ^{3,4,5}				X ⁴		X ⁴	X ^{*9}	X ^{*9}	

Latinskt namn	Svenskt namn	Växt-zon	Markförhållanden				Tål								Rotsystem				Tillväxt				
			Lerigt	Ler/Sand	Sandigt	Trädgårdsjord	Torv	Kompakt jord	Mager jord	Marksalt	Stadsmiljö	Torka	Vind	Väta	Aggressivt	Rotskottsbildande	Samlat	Utbrett	Långsamt	Normal	Pionjärväxt	Snabbt	Ömtåligt
Malus sieboldii	Rönnbärsapel	4,9-5 ^{1,5}	X ^{1,4,5}	X ⁴		X ^{1,4,5,6,9}		X ⁴	X ⁴		X ^{4,9}	X ⁴	X ⁹	X ^{4,5}				X ⁴		X ⁴	X ⁹	X ⁹	
Microbiota decussata	Krypthuja ^{1,5}	4 ³ -6 ^{1,4,5}	X ⁴	X ^{3,4,8}	X ⁸	X ^{3,4}		X ⁴	X ⁴		X ⁴						X ⁴			X ⁴			
Physocarpus opulifolius	Smällspirea	6 ^{3,4}	X ^{4,*6}	X ^{4,*6}	X ^{4,*6}	X ^{2,4,*6}		X ^{3,4}	X ^{3,4}		X ^{3,4}	X ^{3,4}	X ^{3,4}	X ^{3,4}			X ⁴			X ⁸		X ^{4,8}	
Physocarpus opulifolius 'Dart's Gold'	Gulbladig smällspirea	4 ^{3,4,5} -5 ¹	X ^{4,*6}	X ^{4,*6}	X ⁶	X ^{1,2,4,5,*6}		X ⁴			X ⁴			X ³			X ⁴		X ⁴	X ^{#8}		X ^{#8}	
Physocarpus opulifolius 'Luteus'	Gulbladig smällspirea	5 ⁴ -6 ³	X ^{4,*6}	X ^{4,*6}	X ⁶	X ^{2,4,*6}					X ⁴			X ³			X ⁴			X ^{4,#8}		X ^{#8}	
Physocarpus opulifolius 'Nanus'	Dvärgsmällspirea	5 ⁴ -6 ³	X ^{4,*6}	X ^{4,*6}	X ^{4,*6}	X ^{2,4,*6}		X ⁴	X ⁴		X ⁴	X ⁴		X ³			X ⁴		X ⁴	X ^{#8}		X ^{#8}	
Populus balsamifera	Balsampoppel	6 ^{1,4,5}	X ^{4,6,9}	X ^{4,6,7,9}	X ⁶	X ^{1,5,6,7,9}		X ^{2,4}	X ²		X ^{2,4,6,9}	X ^{2,4}	X ^{2,4,5,6,7}	X ^{2,6,7,9}	X ^{3,4,*9}	X ^{2,4,9}		X ^{4,6}			X ⁴	X ^{3,4,5,6,7}	
Populus balsamifera 'Elongata'	Jämtlands-poppel	6 ⁹	X ^{4,6,9}	X ^{4,6,7}	X ⁶	X ^{6,7,*9}		X ^{2,4}	X ²		X ^{2,4,6,*9}	X ^{2,4}	X ^{2,4,6,7}	X ^{2,6,7,9}	X ^{3,4,*9}	X ^{4,*9}		X ^{4,6}				X ^{3,4,5,6,7}	
Prunus cerasifera	Körsbärs-plommon	3 ^{1,3,4,5,9}	X ^{4,9}	X ^{4,9}		X ^{1,2,4,5,6,*9}		X ^{2,3,4}	X ^{2,3}		X ^{2,3,4,9}	X ^{2,3,4}	X ^{3,4,5}	X ^{2,3,9}		X ^{4,5}		X ⁴				X ^{4,8}	
Prunus padus	Hägg	6 ⁹ -7 ^{1,4,5} -8 ³	X ^{1,4,5,9}	X ^{4,7,9}	X ⁴	X ^{1,4,5,6,9}		X ^{2,3,4}	X ^{2,3,4}		X ^{2,3,7}	X ^{2,3}	X ^{2,3,4,7}	X ^{2,3,4,5,9}		X ^{4,7}		X ⁴				X ^{4,7}	
Prunus padus 'Colorata'	Blodhägg	5 ⁹ -6 ^{1,3,4,5}	X ^{1,4,5,9}	X ^{4,#7,9}	X ⁴	X ^{1,4,5,6,9}		X ^{2,4}	X ^{2,4}		X ^{2,4,#7}	X ²	X ^{2,#7}	X ^{2,4,#9}		X ^{#7}		X ⁴				X ^{4,#7}	
Prunus padus 'Watereri'	Storblommig hägg	3 ⁹ -4 ³ -5 ⁴	X ^{4,#9}	X ^{4,#7,9}	X ⁴	X ^{4,6,#9}		X ^{2,4}	X ²		X ^{2,4,#7}	X ²	X ^{2,#7}	X ^{2,4,#9}		X ^{#7}		X ⁴				X ^{4,#7}	
Prunus virginiana	Virginiahägg	5 ^{3,9} -6 ⁴	X ⁴	X ^{4,*9}	X ⁴	X ^{4,6,*9}		X ^{2,3,4}	X ^{2,3,4}		X ^{2,3,4}	X ^{2,3}	X ^{2,3}	X ^{2,3,4}		X ⁴		X ⁴				X ⁴	
Prunus virginiana	Shuberthägg ¹	6 ^{1,3,4,5,9}	X ^{1,4}	X ^{4,*9}	X ⁴	X ^{1,4,5,6}		X ^{2,4}	X ²		X ^{2,4}	X ²	X ²	X ^{2,5}		X ⁹		X ⁴				X ⁴	

Latinskt namn	Svenskt namn	Växt-zon	Markförhållanden				Tål								Rotsystem				Tillväxt				
			Lerigt	Ler/Sand	Sandigt	Trädgårdsjord	Torv	Kompakt jord	Mager jord	Marksalt	Stadsmiljö	Torka	Vind	Väta	Aggressivt	Rotskottsbildande	Samlat	Utbrett	Långsamt	Normal	Pionjärväxt	Snabbt	Ömtåligt
'Shubert'	5		5			6,*9																	
Rubus cockburnianus	Vitgrenigt hallon	4 ⁴	X ⁴	X ⁴	X ⁴	X ^{2,4}		X ^{2,4}	X ^{2,□} ₆		X ^{2,4}	X ²	X ²	X ²	X ⁴	X ⁴		X ⁴				X ⁴	
Salix acutifolia	Spetsbladigt daggvide	4 ⁹⁻⁶ 3,4	X ^{2,3} _{4,□6}	X ⁴	X ⁴	X ⁴		X ^{2,*} _{3,4}	X ^{2,*} ₃		X ^{2,*} _{3,4,*9}	X ^{2,*} ₃	X ^{2,3} _{4,7,*9}	X ^{2,*3,4} _{□6}		X ⁷		X ⁴			X ^{4,7}	X ^{2,3,4} _{7,*9}	
Salix acutifolia 'Pendulifolia'	Hängdaggvide ³	3 ⁹⁻⁵ 4	X ^{2,*} _{3,4,□6}	X ⁴	X ⁴	X ⁴		X ^{2,*} _{3,4}	X ^{2,*} ₃		X ^{2,*} _{3,4,*9}	X ^{2,*} ₃	X ^{2,2,#} _{3,#7,*9}	X ^{2,*3,4} _{□6}		X ^{#7}		X ⁴			X ^{#7}	X ^{2,3,4} _{7,*9}	
Salix alba	Vitpil	4 ^{1,4,5}	X ^{2,4} _{5,□6,7,8,9}	X ^{4,6,7,8,9}	X ⁷	X ^{1,5,9}		X ^{2,*} _{3,4}	X ^{2,*} ₃	X ⁴	X ^{2,*} _{3,4,8,*9}	X ^{2,*} _{3,4}	X ^{2,*3} _{4,7,8,*9}	X ^{2,*3,4} _{5,□6,7,8,9}	X ^{4,9}			X ⁴			X ⁴	X ^{2,*3} _{4,5,6,□7,8,*9}	
Salix alba 'Chermesina'	Korallpil	3 ⁹⁻⁵ 1,4,5	X ^{1,*2} _{4,5,□6,#7,8,*9}	X ^{4,#} _{6,#7,#8,*9}	X ^{#7}	X ^{1,4,5,*} ₉		X ^{2,*} _{3,4}	X ^{2,*} ₃		X ^{2,4} _{8,*9}	X ^{2,*} _{3,4}	X ^{2,*} _{3,7,#8,*9}	X ^{2,*3,□} _{6,#7,#8,*9}	X ^{4,*9}			X ⁴				X ^{2,3,4} _{6,□7,8,*9}	
Salix alba 'Liempde'	Vitpil	1(2 ⁹⁻⁵) ⁹⁻⁵ 4	X ^{2,4} _{□6,#7,#7,#8,*9}	X ^{4,#} _{6,#7,#8,*9}	X ^{#7}	X ⁹		X ^{2,*} _{3,4}	X ^{2,*} ₃		X ^{2,*} _{3,4,#8,9}	X ^{2,*} _{3,4}	X ^{2,*} _{3,4,#7,#8,*9}	X ^{2,*3,4} _{□6,#7,#8,*9}	X ^{4,*9}			X ⁴				X ^{2,3,4} _{5,#6,□7,#8,*9}	
Salix alba 'Sericea'	Silverpil	4(-6 ⁹⁻⁶) ⁹⁻⁶ 4	X ^{2,4} _{5,□6,#7,#8,*9}	X ^{4,#} _{6,#7,#8,*9}	X ^{4,#} ₇	X ^{4,5,*9}		X ^{2,*} _{3,4}	X ^{2,*} _{3,4}		X ^{2,*} _{3,4,#8,*9}	X ^{2,*} _{3,4}	X ^{2,*} _{3,4,#7,#8,*9}	X ^{2,*3,4} _{5,□6,#7,#8,*9}	X ^{4,*9}			X ⁴			X ⁴	X ^{2,3,4} _{5,#6,#8,*9}	
Salix caprea	Sälg	4 ⁹⁻⁶ 4	X ^{2,4} _{□6}	X ⁴	X ⁴	X ^{4,9}		X ^{2,*} _{3,4}	X ^{2,*} _{3,4}		X ^{2,*} _{3,4,9}	X ^{2,*} _{3,4}	X ^{2,*} _{3,4,*9}	X ^{2,*3,4} _{□6,8,9}	X ⁴			X ⁴			X ⁴	X ^{2,3,4} ₉	
Salix caprea 'Kilmarnock'	Hängsälg (hanklon)	5 ³⁻⁶ 4	X ^{2,4} _{□6}	X ⁴	X ⁴	X ^{4,*9}		X ^{2,*} _{3,4}	X ^{2,*} _{3,4}		X ^{2,*} _{3,4,*9}	X ^{2,*} ₃	X ^{2,*} _{3,4,*9}	X ^{2,*3,□} _{6,#8,9}	X ⁴			X ⁴		X ⁴		X ^{2,3,*} ₉	X ⁴
Salix caprea	Sälg	5 ⁴	X ^{2,4}	X ⁴	X ⁴	X ^{4,*9}		X ^{2,*}	X ^{2,*}		X ^{2,*}	X ^{2,*}	X ^{2,*}	X ^{2,*3,4}	X ⁴			X ⁴			X ⁴	X ^{2,3,4}	

Latinskt namn	Svenskt namn	Växt-zon	Markförhållanden				Tål								Rotsystem				Tillväxt				
			Lerigt	Ler/Sand	Sandigt	Trädgårdsjord	Torv	Kompakt jord	Mager jord	Marksalt	Stadsmiljö	Torka	Vind	Väta	Aggressivt	Rotskottsbildande	Samlat	Utbrett	Långsamt	Normal	Pionjärväxt	Snabbt	Ömtåligt
'Silberglanz'			, ₆					*3,4	*3,4		3,4,#9	*3,4	3,*9	, ₆ ,#8,#9								,*9	
Salix elaeagnos	Lavendelvide	5 ^{3,4}	X*2,4, ₆	X ⁴	X ⁴	X ⁴		X*2,3, ₄	X*2,3		X*2,3, ₄ ,*9	X*2,3	X*2,3, ₉	X*2,3,4, ₆	X ⁴			X ⁴			X ⁴	X*3,4, ₉	
Salix fragilis	Knäckepil	6 ^{4,9}	X*2,4, ₆ ,7	X ^{4,7}	X ^{4,7}			X*2,*3,4	X*2,*3	X ⁴	X*2,*3,*9	X*2,*3	X*2,*3,*9	X*2,*3,4, ₆ ,7,9	X ⁴			X ⁴			X ⁴	X*3,4, ₅ ,*9	
Salix fragilis 'Bullata'	Bollpil	6 ^{1,4,5,9-7³}	X ^{1,*2} ,4, ₆ ,#7	X ^{4,#} 7	X ^{4,#} 7	X ^{1,4,5}		X*2,*3,4,5	X*2,*3,5	X ⁴	X*2,3,4,5,*9	X*2,3, ₅	X*2,*3,5,*9	X ^{1,*2,3} ,4,5, ₆ ,#7,#9	X ⁴			X ⁴		X ⁴		X*3,5, ₉	
Salix lucida	Glanspil	5 ⁴	X*2,4, ₆	X ⁴	X ⁴	X ⁴		X*2,3, ₄	X*2,3		X*2,*3,4,*9	X*2,*3	X*2,*3,4,*9	X*2,*3,4, ₆	X ⁴			X ⁴			X ⁴	X*3,4, ₅ ,*9	
Salix viminalis	Korgvide	4 ⁴	X*2,4, ₆	X ⁴		X ⁴		X*2,v4	X*2,*3		X*2,*3,*9	X*2,*3	X*2,*3,4	X*2,*3,4, ₆	X ⁴			X ⁴			X ⁴	X*3,4, ₉	
Salix x elegantissima	Fontänpil	4 ⁹⁻⁵ 1,4,5	X ^{1,*2} ,4,5, ₆	X ⁴		X ^{1,4,5}		X*2,*3,4	X*2,*3		X*2,*3,4,*9	X*2,*3	X*2,*3,*9	X*2,*3,5, ₆	X ⁴			X ⁴				X*3,4, ₅ ,*9	
Salix x sepulcralis 'Tristis'	Kaskadpil, Hängpil	4 ⁴⁻⁵ 1	X*2,4, ₆	X ⁴		X ⁴		X*2,*3,4	X*2,*3		X*2,*3,*9	X*2,*3	X*2,*3,*9	X ^{1,*2,3} ,5, ₆	X ⁴			X ⁴				X*3,4, ₅ ,*9	
Salix x smithiana	Häckvide	3 ⁴	X*2,4, ₆	X ⁴		X ⁴		X*2,*3,4	X*2,*3		X*2,*3,4,*9	X*2,*3,4	X*2,*3,4,*9	X*2,*3,4, ₆	X ⁴			X ⁴				X*3,4, ₉	
Symphoricarpos albus	Snöbär	6 ^{1,4,5}	X ^{4,6}	X*1, ₄	X ⁴	X ⁴		X ^{2,} 4	X*2,4	X ⁴	X ^{2,} 4	X ^{2,} 4, ₆	X ^{2,} 4	X ²	X ⁴	X*2,4, ₅		X ⁴				X ^{4,8}	
Symphoricarpos albus var. laevigatus	Snöbär	5 ⁴⁻⁶ 3	X ^{4,6}	X*1, ₄	X ⁴	X ⁴		X ^{2,} 3,4	X*2,3, ₄ ,6	X ^{3,4}	X ^{2,} 3,4	X ^{2,} 3,4, ₆	X ^{2,} 3	X ^{2,3}	X ⁴	X*2,3, ₄		X ⁴				X ⁴	
Symphoricarpos albus 'White Hegde'	Snöbär	6 ⁴	X ^{4,6}	X*1, ₄	X ⁴	X ⁴		X ^{2,} 4	X*2,4		X ^{2,} 4	X ^{2,} 6	X ²	X ²		X*2		X ⁴				X ^{4,#} 8	
Symphoricarpos 'Arvid'	Tuvsnöbär	4 ^{3,4}	X ^{4,6}	X*1, ₄	X ⁴	X ⁴		X ^{2,} 4	X*2,3, ₄	X ⁴	X ^{2,} 4	X ^{2,} 3,4, ₆	X ^{2,} 4	X ²		X*2,3, ₄		X ⁴		X ⁴			
Thuja occidentalis	Tuja	5 ^{1,3,4,5}	X ^{2,4} ,5,7	X ^{2,} 3,4, ₆		X ⁴ , ₆	X ⁴	X ⁴			X ⁴		X ^{4,7} ,8	X ^{1,2,4,5}	X ⁴		X ⁴		X ² , ₆	X ⁴ , ₈			

Latinskt namn	Svenskt namn	Växt-zon	Markförhållanden				Tål								Rotsystem				Tillväxt				
			Lerigt	Ler/Sand	Sandigt	Trädgårdsjord	Torv	Kompakt jord	Mager jord	Marksalt	Stadsmiljö	Torka	Vind	Väta	Aggressivt	Rotskottsbildande	Samlat	Utbrett	Långsamt	Normal	Pionjärväxt	Snabbt	Ömtåligt
				,7															8				
Thuja occidentalis 'Brabant'	Pelartuja³	4^{1,3,4,5}	X^{4,#}₇	X^{4,□}_{6,#7}		X^{4,□6}		X⁴			X⁴	X^{□6}	X^{4,#}_{7,#8}		X⁴		X⁴		X[□]_{6,#8}	X[#]₈		X^{3,4}	
Thuja occidentalis 'Fastigiata'	Pelartuja	5^{1,3,4,5}	X^{4,#}₇	X^{4,□}_{6,#7}		X^{4,□6}		X⁴			X⁴	X^{□6}	X^{4,#}_{7,#8}		X⁴		X⁴		X[□]_{6,#8}	X⁴_{,#8}			
Thuja occidentalis 'Giganteoides'	Mammuttuja	4⁴	X^{4,#}₇	X^{4,□}_{6,#7}		X^{4,□6}		X⁴			X⁴	X^{□6}	X^{4,#}_{7,#8}		X⁴		X⁴		X[□]_{6,#8}	X[#]₈		X⁴	
Thuja occidentalis 'Holmstrup'	Holmstrup-tuja	5^{1,3,4,5}	X^{4,#}₇	X^{4,□}_{6,#7}		X^{4,□6}		X⁴			X⁴	X^{□6}	X^{4,#}_{7,#8}				X⁴		X²_{,3,5,6,8}	X⁴_{,#8}			
Thjua occidentalis 'Reingold'		3^{3,4}	X^{4,#}₇	X^{4,□}_{6,#7}		X^{4,□6}		X⁴			X⁴	X^{□6}	X^{#7}_{,#8}				X⁴		X³_{,6,8}	X⁴_{,#8}			
Thuja occidentalis 'Smaragd'	Ädeltuja	5^{1,3,4,5}	X^{4,#}₇	X^{4,□}_{6,#7}		X^{4,□6}		X⁴			X⁴	X^{□6}	X^{4,#}_{7,#8}				X⁴		X[□]_{6,#8}	X⁴_{,#8}			
Thuja occidentalis 'Sunkist'	Guldtuja	5³⁻⁶1,4,5	X^{4,#}₇	X^{4,□}_{6,#7}		X^{4,□6}		X⁴			X⁴	X^{□2}_{,□6}	X^{□2}_{,#7,#8}	X^{□2}			X⁴		X[□]_{6,#8}	X⁴_{,#8}			
Ulmus carpinifolia 'Hörsholm'	Hörsholms-alm	4^{4,5-5}1	X^{1,□}_{2,4,5,□6,*9}	X^{4,□}_{6,*9}	X^{□6,*}₉	X^{1,□2,4,5,□6,*7,*9}		X^{□2}_{4,□6}	X^{□2}_{,□6}		X^{□2}_{4,□6,#7,9}	X^{□2}_{,□6}	X^{□2}_{4,#6,#7,*9}	X^{□2,5,□}₆		X^{#9}		X⁴				X^{4,□}_{7,*9}	
Ulmus carpinifolia 'Sarniensis'	Jerseyalm	2⁴	X^{□2}_{4,□6,*9}	X^{4,□}_{6,*9}	X^{□6,*}₉	X^{□2,4,□6,*7,*9}		X^{□2}_{4,□6}	X^{□2}_{,□6,□6}		X^{□2}_{4,□6,#7,*9}	X^{□2}_{,□6}	X^{□2}_{4,6,#7,*9}	X^{□2,6}		X^{#9}		X⁴				X^{4,□}_{7,*9}	
Ulmus glabra	Skogsalm	5^{1,3,4,5}	X^{1,□}_{2,4,5,□6,*9}	X^{4,□}_{6,*9}	X^{□6,*}₉	X^{1,□2,3,5,□6,*7,9}		X^{□2}_{4,□6}	X^{□2}_{,□6}	X⁴	X^{□2}_{4,□6,*9}	X^{□2}_{,□6}	X^{□2}_{4,6,□7,*9}	X^{□2,6}	X⁴			X⁴				X^{4,□}_{7,*9}	

Teckenförklaring

= generellt för arten

* = generellt för släktet

✕ = generellt för familjen

T.ex. X¹ = författare med nr 1 i referenslistan

Referenser (Tabell 1)

⁹Bengtsson, Rune (1998). *Stadsträd från A –Z*. Malmö: Team Offset & Media/SLU Alnarp: Stad & Land.

⁶David & Charles (1977). *Hilliers' Manual Of Trees & Shrubs*. Storbritannien: Redwood Burn Limited Trowbridge and Esher.

⁸Dirr, Micheal A. (1975). *Manual of Woody Landscape Plants - Their Identification, Ornamental Characteristics, Culture, Propagation and Uses*. Champaign, Illinois, USA: Stipes Publishing L.L.C.

¹Lorentzon, Kenneth m.fl. (1997). *Blommor och buskar*. Södra Sandby: Bokförlaget KB.

⁷Nitzelius, Tor (1958). *Boken om träd*. Stockholm: Saxon & Lindströms Förlag.

³Palmstierna, Inger (1999). *Träd & Buskar i Trädgården*. Västerås: ICA-Förlaget .

⁵Persson, Bengt m.fl. (2008). *Blommor och buskar*. Södra Sandby: Blommor och buskar förlag AB.

⁴Rasmusson, Anders (2009?). *Movium plantarum 'Svensk Dendrologi'*. [www] Tillgänglig: <<http://plantarum.slu.se/Default.aspx>> [2009-03-09]

²Wright, Michael (2002). *Trädgårdens Prydnadsväxter*. Värnamo: Bokförlag Prisma. Första upplagan 1984.

7 Vad gör att vissa växter klarar kompakt jord med dålig dränering?

Det som gör att roten kan ta sig fram i jorden är att den både sväller upp sig på bredden och växer sig längre (Löfkvist, 2005; Greacen, 1986). Det krävs dubbelt så stort tryck i rotspetsen för trycka sig fram i jorden än det gör för roten att växa till sig på bredden (Greacen, Farrel & Cockroft, 1968; Abdalla, Hettiaratchi & Reece, 1969).

År 2005 skriver Löfkvist i sin doktorsavhandling att det alla växter gör när de växer är att det tränger bort jorden runt omkring sig för att skapa plats till sig själva och det är detta som skapar nya porer i marken. Alla arter reagerar inte på samma sätt på att motståndet ökar vid rotpenetration i marken. De arter som har möjlighet att anpassa sina rötter till den kompakta jordstrukturen har även en möjlighet att förändra den till det bättre.

Något som är typiskt för jordar i stadsmiljö är att de kan med största sannolikhet vara kompakterade (Patterson, 1977; Alberty et al., 1984) och detta medför att som stadsträd måste trädarterna klara av kompakt jord för att med framgång överleva i staden. S.D. Day et al. (1999) skriver att med de olika observationer som man har gjort kan man dra en slutsats om att det finns en koppling mellan att dessa trädarter klarar av både områden med översvämningar och har möjlighet att växa i kompakt jord. Tyvärr finns det inget underlag för vad det är som gör att växterna klarar av denna typ av miljö.

Flera källor föreslår en faktor på 2,3 MPa, som kommer från olika, men begränsade litteraturkällor. Det ska då vara den högsta motståndskraften, som vedartade växter ska kunna utsättas för (S.D. Day et al., 1999; Day and Bassuk, 1994). Om en hårt kompakterad jord skulle bli mycket våt skulle jordens styrka inte ha en motståndskraft på 2,3 MPa. Det innebär att växter som klarar att utveckla rötter i översvämmande områden överlever för att jordstyrkan minskar i vattenhaltiga jordar (Taylor and Gardner, 1963). Om nu denna hypotes stämmer om de överlevande växterna i översvämmande områden kan rotttillväxten på en art från högländ eller halvtorra förhållanden hejdas vid för hög vattenhalt i marken och dåligt gasutbyte. Sedan när väl jorden torkat upp och gasutbytet förbättrats har arter från högländ eller halvtorra förhållanden ändå svårt att ta sig fram i den kompakta jorden. Deras rotttillväxt skulle vara mycket begränsad (S.D. Day et al., 1999).

I S.D. Day et al. (1999)'s rapportdiskussion konstaterade man att man ännu inte vet vad det är som gör att vissa arter tål översvämningar. Däremot har man kommit fram till att toleransen mot översvämningar har att göra med anläggningens förmåga att hantera en låg koncentration av syrgas. Vissa översvämningståliga trädarter har en högre lagrad koncentration av rotstärkelse efter en långvarig översvämning (Gravatt and Kirby, 1998).

Många arter som lever i våtmarker utvecklar en aerenkym, luftningsvävnad, som gör att roten ökar sin porositet på ett sätt som ska förbättra syresättningen av översvämmande vävnad i roten. Den sekundära tillväxten hos rötterna kan minska pga. översvämningarna (Justin and Armstrong, 1987) samt att den kan ändra i rotdiametern pga. anatomiska förändringar (Hook et al. 1971).

8 Resultaten från markanalysen

När jag började studera resultatet från Alnarps förskola, började jag kunna ana att markpackning inte borde vara den avgörande faktorn i att det var dålig tillväxt på vegetationen på större delen av den undersökta ytan. När man började titta på stickdjupen från den första sträckan, som mättes upp en dm från staketet, kan man konstatera att den, för växterna, användbara jorden låg på ett djup mellan 0,07 och 0,37 m djup. De lägsta stickdjupen föll samman med staketfundamentet och något som antas vara en gammal växthusgrund(?). Staketfundamenten kan bekräftas, men inte den möjliga växthusgrunden utan att man ser över gamla ritningar över platsen och/eller gräver sig ner till det angivna djupet och kontrollerar vad det kan vara. Stickdjupen kan anses vara missvisande pga. detta, men eftersom den planterade vegetationen inte står så pass nära staketet så tycker jag att man kan acceptera större delen av ytans jordvolym. Denna kan inte planteras i framtiden utan åtgärd.

De penetrometerstick som gjordes en meter in från staketet fann en packningszon nere på ett djup mellan 0,12 och 0,47 m. Det var i denna rad som det också förekom vegetation i form av buskar på ett avstånd på ca 1,5 meter. Det förekom endast en stöt i något som antas vara en gammal växthusgrund(?). På de penetrometersticken jag tog vid träsargen runt gungorna kan man utläsa att 4 av 5 stickpunkter närmast platsen inte hade ett lägre djup än 0,18 m. De resterade stickpunkterna på en meters avstånd in från staketet visar godkänd jordvolym för perennplanteringar. Detta skapar ett orosmoln eftersom att det är buskplanteringar på platsen och de kräver ett djup på 0,6 m. Det kan förklara den lilla tillväxten som blivit under de åren buskarna stått där. Anledningen är troligtvis att det har att göra med den troliga anläggningspackningen, som blev i anläggningsskedet. Den har troligtvis försämrat tillväxten från dag ett, men har med tiden börjat ge med sig.

Två meter in från staketet togs de sista stickdjupen. Där låg stickdjupen på 0,10 m djup och ända ner till 0,56 m djup. Även här kunde man märka av ett hårt motstånd i de 4 mätpunkterna närmast träsargen vid gungorna samt att det även kan ha förekommit en stöt i växthusgrund(?) allra närmast träsargen. Ytterligare några växthusgrunder(?) upptäcktes samt något, för mig, ett okänt ljud. Denna linje hade de längsta djupen av alla rader och har klart godkända markförhållanden.

Längs med träsargen till gungorna står det en rad med buskar på ca 0,5-1 m avstånd från varandra. Det man kan se på stickdjupsresultatet är att jordlagret, som växterna kan utnyttja, inte är särskilt djupt och det kan förklara den dåliga tillväxten. Detta gör att man kan dra slutsatsen att det förekommit markpackning under anläggningstiden av ytan för gungorna, vilket påverkar växterna negativt.

9 Diskussion och slutsats

9.1 Hur uppstår en markpackning?

Vad är det som händer i marken? En kort förklaring om vad som anses vara markpackning och hur den uppkommer. Detta för att man lättare ska kunna förstå resten av arbetet.

Under rubriken "hur uppstår markpackning" gav texterna bra svar på frågeställningarna. Det är genom dessa förståelsen om hur och varför markpackning uppstår t.ex. att maskiner passerar över en yta och om detta sker ett flertal gånger kan det förvärras. Det som händer är att trycket, som skapas, blir för stort för markstrukturen och porerna pressas ihop. Ett exempel är att makroporerna i marken, som påverkas av trycket, har funktionen att transportera syre, vatten och bildar vägar för rötterna. Därför måste man vara medveten om vilket tryck man skapar med en maskin, som kör över ytan.

I arbetet togs det upp att det finns olika nivåer på markpackning. Packningen går ner på olika djupt beroende på om det är ett passerande djur, en passerande människa, ett passerande skötselfordon eller en vibrerande stadsmiljö, som skapar markpackningen.

Jag har egna erfarenheter av att man ställer arbetsfordonet lite nonchalant på gräsmattan för att det är bättre att stå där än på gångbana där folk vill kunna passera samt att man är lite omedveten om hur pass mycket skada det egentligen gör. Lösningen kanske kan vara att man lastar av arbetsfordonet från de arbetsredskap man har tänkt använda och sedan åka och parkera den på en bättre yta med hårdgjort material en bit bort?! Det kan vara en lösning för att rädda ytan. För förhoppningsvis, om man endast har stått ett fåtal gånger på en yta med ett inte allt för tungt arbetsfordon, kan man hoppas på att marken där har egenskaper för en elastisk deformation. Med det menar man att jorden har förmåga att gå tillbaka till sin ursprungsstruktur. Samtidigt att det är viktigt att man påpekar för sin skötselpersonal hur viktigt det är att man inte ställer sitt fordon på gräs. Även om gräs klarar terrasspackning, men inte packning i det översta jordlagret, mår den absolut bäst av att inte bli packad alls. Likaså notera om det regnat mycket? Är det en sådan period på året då det är väldigt fuktigt i marken? Undvik då att ställa arbetsfordonet på gräset. Gräset rivs bort, marken packas och lämnar med högst sannolikhet spår efter hjulen. Det är en åtgärd som man helst vill undvika.

Något som även tas upp i arbetet var tekniken som man ofta använder för att lägga ut jord under anläggningsfasen, man använder sig av samma teknik som när man bygger vägar. Med denna teknik menar man en maskin, som kör över ytan och lägger ut ett tunt lager av material varje gång. Detta innebär alltså att maskinen kör ett flertal gånger mer än vad den egentligen behöver över ytan. Inom vägbyggen är det sten som läggs ut, inte jord, därför fungerar underlaget till vägar som ska vara väl packat. Detta, tycker man som insatt i ämnet, borde vara ganska självklart att jorden packas, men tyvärr är det inte så både pga. nonchalans och okunskap. Man kanske inte har förståelse för hur mycket den packas, men med stora maskinvikter är det oundvikligt att marken ska förbli orörd. Dock ligger nog inte problemet endast hos den som kör maskinen utan likaså hos den som har projekterat ytan och, som jag antar, har projekterat för vilken maskin, som ska användas för att det ska gå så effektivt, som möjligt. Det är troligtvis ekonomin, som spelar in. En större, dyr maskin kan

göra ett snabbare och effektivare jobb än en liten, billig maskin, även den snabb och effektiv, på kortare tid. Samma sak gäller när en markyta paddas. Med att padda jorden menar man det att den vibreras kompakt med hjälp av en mindre, självgående maskin, som man styr med händerna. Tyvärr är det nämligen så att man ofta vill att jorden ska ligga platt och gärna lite ihop tryckt, men det skapar problem inför framtiden. Växternas rötter får problem med att ta sig fram, stående vatten, etc.

9.2 Hur går en markanalys till?

Det finns ingen frågeställning till denna del utan det var mer en undersökning som skulle ge mig chansen att få en insikt hur det gick till att göra en markanalys. Den enda tidigare erfarenhet jag har av markanalys är de fåtal tillfällen vi fått i landskapsingenjörsutbildningen.

Penetrometer, som användes vid undersökningen av Alnarps förskola, är en metod, som man kan använda för att avgöra om marken är packningsskadad. Denna långa metallstång är ett mycket enkelt, billigt och bra redskap. Med billigt menas det att det är en engångskostnad vid inköp och sedan är det endast timkostnaden för personen, som utför arbetet. Vid undersökning med penetrometer krävs det några kompletterande saker, t.ex. måttstock, papper, penna, etc. Detta skapar inga större utgifter och är heller inga komplicerade saker att få tag på. Med tanke på att ytan, som undersöktes på Alnarps förskola, hade en area på ca 30 m² och det tog ca 2 timmar att göra undersökningen.

Anledningen till valet av att undersöka Alnarps förskola var att jag fick ett vidarebefordrat mejl från vår kursansvarige, Annika Wuolo, för examensarbetskursen om att förskolan misstänkte att de hade problem i marken. De hade noterat stående vatten och dålig eller ingen tillväxt på vegetationen, som planterades för endast några år sedan. Deras beskrivning gjorde att tankar om en möjlig markpackning i jorden dök upp.

Samtidigt med det ryktades det på omvägar om att det tidigare stått växthus på platsen och att vid anläggningstillfället hade jorden troligtvis packats med hjälp av padda. Växthusen kunde min handledare bekräfta att det funnits, men inte placeringen av dessa. Jag har även fått höra en liten anekdot från en annan känd plats i närheten där det stått växthus. Där hade man istället för att frakta bort gamla växthus krossade dem och spridit ut de på marken. Lade på grusmaterial för att jämna av med och lade på matjord för att sedan så gräs och/eller plantera vegetation ovan på de gamla växthuskrosset.

Ett effektivt sätt kan man tycka, för att bli av med sådant man inte visste vad man skulle göra med och som var för dyrt för att åka med till tippen. Vid undersökningen skulle jag vara uppmärksam på ljud som påminde om glaskross, ihåligt ljud, som kunde vara trä och annat som växthus är byggda av. Paddningen av jorden hade min handledare sett en morgon när hon passerade platsen. Så med dessa tankar i bakhuvudet utfördes undersökning och gav ett stickprovsresultat till analys.

I tabellen (bilaga 1) kan man se att stickdjupen skiftar mellan 0,08 m och 0,56 m. Som man kan se i kolumnen för anmärkningar kan man redan då utesluta 0,08 m-sticken för att där var det staketfundament som utgjorde markmotståndet. Det fanns även något annat i marken som gav ifrån sig ett ljud, som påminde om betong. Detta kan man tolka, som en betonggrund för ett växthus, men inget går att bevisa om man inte gräver sig ner till ljudet eller letar fram gamla kartor över området. Ett, för mig, okänt ljud dök upp och som inte

kunde fastställas vad det var kan möjligen vara material från de tidigare växthusen, men det får vara osagt.

Stickdjupen närmast gungorna, avstånden 13-15,5 m där en av buskraderna står tolkas som att den med största sannolikhet blivit packad under anläggningstiden och att jorden ännu inte hunnit med att återhämta sig till sin ursprungsstruktur. Buskradens rötter har där väldigt svårt för att ta sig fram i jorden och har därmed knappt någon tillväxt.

De andra stickproven som togs visar att om jorden packades under anläggningstiden så har den börjat återhämta sig. Den har dock inte återfått ett acceptabelt djup. 0,18 till 0,56 m är fortfarande ett för grunt djup för enligt föreskrifterna i AMA krävs det ett djup på 0,6 m för en växtbädd tänkt till buskar. Orsaker som även kan ha gjort att vegetationen inte klarat sig kan vara dålig etableringsbevattning, syrebrist pga. dålig dränering och/eller fel växtval för platsen etc.

En tanke som dök upp i samma veva som undersökningen på platsen var att marken sluttade lite uppåt mot staketet. Kan detta ha spelat in på att stickdjupen skilde sig på de olika avstånden ifrån staketet? Det hade kunnat undersökas närmare, men det kräver nog att man tar in en kunnig person från lantmäteriet som kan gör en höjdmätning. Dock är det inget som utförs gör i detta arbete.

Slutsatsen man kan dra av denna undersökning är att marken troligtvis utsattes för markpackning under anläggningstiden. Vissa delar av området har blivit hårdare utsatta än andra och tar nu längre tid på sig att återhämta sig. På ytan där undersökning utfördes märktes det att där anläggningar, som staket och gungor med träsarg, har anlagts kan man ana gamla packningsskador, som marken ännu inte hunnit läka. Hela området visar tecken på bland annat markpackning i olika stadier, men det verkar vara mer än endast markpackningar som ställer till det för den tänkta vegetationen. Platsen är utsatt för både kraftig vind och direkt stark sol, beroende på årstid. Detta gör att den torkar ut fort, men samtidigt kan få stående vatten eftersom att det finns ytor med packningsskador. Det ställer stora krav på växtvalet för platsen och det gäller att komma ihåg att det är även en plats där barn leker fem dagar i veckan. Barn kan skapa stort slitage på växterna genom sina lekar, vilket även är en aspekt i valet av växter.

9.3 Hur kan man undvika en markpackning?

Vilka metoder kan man använda för att undvika markpackning?

Att helt undvika markpackning är nog svårt, men det finns en del teorier om hur man kan undvika det. I arbetet tas det upp i en rapport från Danmark om en uppdelning av anläggningsytan i tre zoner, byggnations-, arbets- och skyddszoner (Barfoed Randrup, 1997). De tre zonerna har olika typer av trafik eller ingen trafik alls. Detta är inte kontrollerat om det används i Sverige, men om det inte gör det kan vara en bra idé att undersöka hur det har fungerat i Danmark och se om det vore en bra sak att införa i Sverige. Om det är möjligt att skapa en handbok med rekommendationer om hur man bör tänka vid planering av olika körzoner vid nyanläggningar är den nog välkommen och efterlängtd på marknaden.

En annan teori som fanns är om att använda ett sandlager på 30 cm, som skydd mot markpackning. Detta skapar dock lite fundersamma tankar kring om det kan vara en bra

lösning. Hur kommer det att bli när det är aktuellt, om det är tanken, att ta bort sandlagret? Vad ska man göra med sanden när arbetet väl är klart? Använda eller slänga? Går den ens att återanvända efter att man kört med maskiner på den? Vilken typ av sand är det tänkt att man ska använda, som skyddslager? Baksand eller strid sand? Det kan noteras att strid sand kan utgöra ett problem att köra på med maskiner. Alla dessa frågor som uppstår har inte förklarats tydligt nog i texten. Samma frågor dyker upp om man skulle använda sig av ett gruslager. Det är en metod de använder vid byggnation av gasledningar i Schweiz. Något annat som kan komma att ske är att gruset kan "skära" sig ner i jordlagret och skapa problem i ett senare skede. Då krävs det nog att man använder något material att ha emellan jord- och gruslager? Då skapar det i så fall mindre arbete om/när gruset väl ska bort.

Även skogsbruket vill undvika markpackning när de arbetar med avverkningar och utglesningar i skogsmiljöer. I arbetet tas det upp fyra olika metoder för att undvika packning och några av dessa fyra kan kanske vara intressanta på olika sätt inom den urbana miljön, vid både anläggningstillfället och efterarbeten. De fyra är:

- Risa verkar vara ekonomiskt bra eftersom man använder de ris som avverkats. Dock finns inte den kopplingen till staden om man inte bygger en stadsdel på naturmark. Oftast bestämmer man sig för att anlägga nya byggnader i redan befintliga bostadsområden där måste det alltså köpas in ris, vilket kostar pengar och tid som man troligtvis hellre lägger på annat material.
- Kavelbro påminner om det material som man kan se används på byggen då de lägger ut någon typ av trämaterial på marken som de sedan kör på. Det verkar vara ett relativt bra och billigt sätt att skydda marken samt trämaterialiet bör gå relativt lätt att flytta på till ett nytt, tänkt körstråk.
- Markskonaren "Alf" är kanske inget som den gröna branschen kan komma att ha användning för. Den kan nog ha potential om det finns en sträcka som är väldigt känslig för markpackning eller t.ex. en befintlig bäck, som man vill behålla vid en utvidgning av ett bostadsområde nära naturmark.
- Sista metoden för att skydda skogsmark är Weholite-bron. Det var år 2002 ett helt nytt koncept nämns det i texten. Den fyller den funktionen att den kan underlätta överfarten av hinder, som inte går att flytta på. I stadsmiljö kan det innebära t.ex. en befintlig, gammal kantsten eller möjligen vid överfart av rabatter. Det beror på hur hög bron är.

Att valet av maskiner inom jordbruket är något viktigt förstår man när man läser om forskning inom området och det bör det även vara i den urbana miljön. Det är viktigt att se över arbetsbredden, ha låga maskinvikter, låga ringtryck samt god däckutrustning. Detta kan göra att man undviker jordpackning till viss del. Har man likaså möjlighet att ha en maskin med större arbetsbredd på en stor anläggning, välj då det. Det går att tjäna in både tid och pengar med en sådan planering. Det gäller även bra planerade körmönster vid utläggning av material samt rätt antal in- och utfarter från anläggningsytan. Man vill helst slippa bli stående med tomt lass mitt ute på anläggningsytan.

En teknik, som används inom skogsbruket för att underlätta trycket på marken, är CTI (Central Tyre Inflation). Den gör att lufttrycket i däck ändras under färden. Den enda nackdelen är att däck blir känsligt för punktering från sidorna. I försöket gjorde en 40 %

halvering av den normala lufttrycksnivån att spårdjupet halverades. Används maskinen på sten krävs dock högt lufttryck.

Alla arbetare som befinner sig på platsen och utför arbeten gör ett bättre och mer noggrant jobb att undvika markpackning om man förklarar hur och varför de bör tänka på det och var de får köra med sina maskiner. Att informera arbetsteamet/en är viktigt!

9.4 Hur kan man åtgärda en markpackning?

Hur ska man gå tillväga för att få en bättre jord om den utsatts för markpackning? Ta bort och anlägga nytt? Växtval med egenskaper för markpackad jord?

Det finns en del teorier om hur man ska åtgärda markpackning. Dessa verkar dock vara begränsade och inte tillräckligt testade för att man helt ska kunna lita på dem än. Exempelvis finns det en hel del typer av luckringsmetoder. Markens egenskaper, som markprofil, fysikaliska och kemiska egenskaper, bör avgöra vilken metod man ska välja att använda, men innan man bestämmer sig för att luckra måste det ta reda på om det är markpackningen som är det riktiga problemet.

En lösning på problemet med packad jord är växter, som kan luckra upp jorden. Det verkar vara den mest ideala idén för att åtgärda en markpackning. Tabellen över växter, som klarar kompakt, lerig jord med dålig dränering kan användas som hjälp vid växtval. Den är en sammanställning av flera referenser, både vad som kallas för "tyngre" litteratur, som nästan inte finns att köpa längre, bl.a. Hilliers' Manual Of Trees & Shrubs, Stadsträd från A-Z etc. och de mer lättåtkomliga trädgårdsböckerna för "normalsvensken", t.ex. Träd & Buskar i Trädgården, Trädgårdens prydnadsväxter, etc. Det är litteratur som är skrivna mer för den trädgårdsintresserade amatören. Även Movium plantarums växtdatabas har använts där mycket av den senaste forskningen inom trädarter och trädsorter finns samlat.

Som det nämns i början är markluckring en metod för hur det kan förbättra jordstrukturen. Luckras det, oavsett metod, kan det göras helt i onödan om det utförs på fel sätt. Därför är det viktigt att någon med kunskap om markluckring utföra eller åtminstone är med på plats när det utförs.

Därför är det viktigt att oavsett val av metod, som man bestämmer sig för att använda vid markluckring, att bearbeta jorden ordentligt och det ända ner under den horisont där packningen förekommer. Bearbetningen ska verkligen åtgärda de negativa faktorer som markpackningen skapar, exempelvis syrebrist, stående vatten, mekaniskt motstånd etc. samt att den ska vara varaktig i längden för att processerna, som finns naturligt i jorden, ska ha en chans att börja om på nytt.

9.5 Ett urval av växter som klarar kompakt, lerig jord med dålig dränering

Sammanställandet av denna tabell (se tabell 1) bygger på hur författaren till detta arbete har tolkat det, som står i de referensmaterial, som har använts, och att arter kan ha bytt namn eller slagits ihop med varandra med tiden, vilket kan ha gjort att det kan ha missats. Precis som det har nämnts tidigare i diskussionen är referensmaterialet hämtade från, vad man kan kalla, "två olika nivåer". De yrkeskunnigas värld och trädgårdsamatörernas värld. Detta gör att viss fakta väger "tyngre" än andra. Anledningen till att referensböcker från båda dessa

"två olika nivåer" användes i sammanställningen var för att efter ett tips på att det kunde vara intressant att jämföra dem.

Vid första anblick kan det se ut som att det är väldigt många arter och sorter som har väldigt många referenser. Tittar man lite närmare kan man börja ana att referenserna är generella för antingen familjen, släktet och/eller arten. Vissa nyare sorter går inte att finna i de äldre materialet. Antingen har de, som sagts tidigare, bytt namn eller så är det relativt nyfunna arter.

Ett ord som skapade riktiga bekymmer var ett ord som användes flitigt i referensmaterialet skrivet för trädgårdsamatörer och detta ord var "anspråkslöst". Tolkningen av det blir att växten tål alla miljöer, men stämmer verkligen det? Några krav borde den väl ha? Finns det arter som tål "alla" miljöer? Ordet anspråkslöst känns förvirrande och missvisande. Det ger inget direkt svar på vilken ståndort arten vill ha.

Ett annat ord som är svårt att tolka är "dålig dränering". Om jag skulle förklarar orden "dålig dränering" för någon oavsett ämne skulle det troligtvis bli "tänk dig ett igensatt avloppsrör där det endast kan sippra ut lite, lite vatten i taget, om ens det". Därför blev det intressant i tolkning vid val av plats för fuktig jord. Tankarna gick kring valet av placering i tabellen. Borde den växten placeras vid väta? Eller trädgårdsjord? För den kan ju vara fuktighetshållande eller till och med lerigt? För är det en bra lerjord med mullhalt kan den även vara en bra fuktighetshållande jord. Troligtvis hade det blivit ett kryss i alla de rutorna för alla varianter är möjliga. Bortsett från de arter där det står att den inte klarar av t.ex. lerig jord.

Ibland blir man osäker eftersom referenserna om en och samma art säger olika. Speciellt om arten sägs klara en sak av den "tyngre", äldre materialet och en annan av den amatörmässiga, nyare materialet. Beroende på vad det är som skiljer de åt kan man fundera på om det är den äldre eller den yngre materialet man ska tro på. Visst väger de "tyngre" materialet mer, men samtidigt är ju den äldre och forskningen kan ha gjort framsteg. Därför går det troligtvis aldrig att endast ha två referensmaterial att förlita sig på. En sak har vi fått höra sen vi började med hantering av referenser och det är att man alltid ska ha minst tre referenser. Motsäger de tre varandra är det bara att fortsätta leta.

Tar man sig en närmare titt på vilka arter som referenserna är i stort sett överens om, som passar för denna ståndort, är det *Salix* och *Populus*, som vinner. Detta känns inte förvånande eftersom de är dessa arter, som oftast dyker upp i sammanhang med svåra ståndorter.

Mitt sätt att tolka referensmaterialet kan kritiseras, men jag har gjort mitt bästa för att rättvist tolka det som stått. Listan på växter kan säkerligen revideras igen inom en snar framtid detta för att forskningen hela tiden gör framsteg.

Det kan tilläggas att växtlistan har inte undersökts om växterna är lämpliga i kombination med barn.

9.6 Vad gör att vissa växter klarar kompakt jord med dålig dränering?

Detta mysterium är ännu inte löst, men dock finns det teorier om det. Man kan åtminstone dra slutsatsen att växterna, som klarar dessa förhållanden, har en egenskap, som de andra

växterna inte har. En teori säger att de växterna, som klarar motståndet i marken bättre, har större chans att överleva.

En annan säger att det finns en koppling mellan arter som klarar översvämning och stadsmiljö. De påstås att de växter som klarar översvämmade områden har en bättre chans i de flesta miljöer jämfört med de arter som trivs på höglandet och i halvtorra partier. Deras rottillväxt ska vara bättre för en översvämningstolererande art än de andra, oavsett miljö.

En tredje säger att arter, som tål översvämning, är toleranta och det har att göra med anläggningens sätt att hantera en låg koncentration av syrgas. Att dessa trädarter har en högre lagrad koncentration av rotstärkelse efter en långvarig översvämning.

En fjärde teori är att växter som lever i våtmark utvecklar något som kallas för aerenkym, som på svenska kallas för luftningsvävnad. Den gör att rotens porositet ökar, vilket förbättra syresättningen i den översvämmade vävnad i roten. Den sekundära tillväxten hos rötterna kan minska samt ändras i rotdiametern. Detta gäller nog alla arter, både perenner, buskar och träd, som lever i våtmarker, men det framgår inte i texten vilka specifika arter det syftar till.

Av dessa fyra teorier, som finns nämnda i arbetet, finns det endast en som jag tidigare har hört talas om. Det är den som nämner syrgasen. Dock är det inte heller helt vad ryktet säger utan när det gäller vad det är som gör att växter klarar kompakt jord skulle vara att de har en förmåga att gå i dvala under den tiden när det finns dåligt med syre. Växten har satt sig i försvarsposition och stannat tillväxten till dess att syret kommit tillbaka. Den tidslängd, som växten påstås kunna klara utan syre, har ingen ännu vågat yttra sig om.

9.7 Valet av metoden och materialet – hur kan det ha påverkat resultatet?

När det gäller både nationellt och internationellt material kan feltolkningar ske. Detta för att språket inte är det man är van vid, både svenskan och i det här fallet engelskan samt att det är mestadels facklitteraturen som har sitt invecklade språk.

Inom detta ämne i sin helhet finns det inte mycket skrivet. Det som finns att få tag på är mest gamla rapporter och forskningsundersökningar eller är så pass nytt att det inte finns tillräckligt med forskning som kan styrka resultatet. Annat som kan spela in är var forskningen är gjort. Mycket forskning sker i USA och Kanada, vilket inte kan användas rakt av här i Sverige för att de har andra förhållanden än vi.

En faktor som kan spela in på storleken på arbetet är att forskning om markpackning inom den urbana miljön inte alls är stor. Det finns några få kända författare/forskare på det området. Därför har information fått sökas inom jordbruket och skogsbruket, där forskningen kommit en bit längre och pågått en längre tid.

Markanalysen på Alnarps förskola var en praktisk övning där jag fick chansen att utföra en undersökning samt analysera resultatet. Undersökningen utfördes med ett instrument, som kallas för penetrometer. En utmärkt metod att snabbt ta reda på om det finns packning i marken.

Ytterligare en faktor som har spelat in i arbetet är tidsbristen och min egen prioritering av tid. Det som gjorde att tiden rann iväg är som jag nämnde tidigare att litteraturen är knapp i ämnet. Prioriteringen är nästan alltid svår att få till. Det brukar oftast komma fram i slutändan om man har prioriterat rätt eller inte.

9.8 Sammanfattande av diskussionen samt tips och kommentarer till fortsatta studier i ämnet

Det man kan sammanfatta diskussionen med är att markpackning uppstår genom att ett för högt tryck varar under en längre tid ovanpå jordstrukturen. Jorden pressas samman och porerna minskar. Detta kan medföra att transporten av syre och vatten förhindras samt att det blir ett alldeles för högt motstånd för att en rotpenetration i jorden ska kunna ske.

En markanalys kan gå till så att man använder sig av en penetrometer för att få fram stickdjup. De olika stickdjupen kan indikera på om marken är utsatt för packningsskador eller inte. I detta fall med Alnarps förskola kan man konstatera att packning har förekommit och att marken på vissa platser ännu inte har återhämtat sig. De gamla växthusens betonggrunder, som troligtvis finns kvar under förskolans mark, gör att vattenavrinningen hindras till en viss del. Detta samt olämpliga växtval och kompakt jord kan vara flera av orsakerna till att vegetationen inte kan etablera sig på platsen. En lösning på problemet är att välja växter som klarar denna typ av ståndort eller att gräva om ytor.

För att undvika packningsskador vid anläggning finns det en del alternativ. Exempelvis olika typer av arbetszoner där endast vissa maskiner, om några alls, får passera; ett skyddande sand- eller gruslager, som läggs ut; olika typer av broar eller markmaterial byggs och läggs ut; valet av maskiner och/eller det arbetsteamet som är tänkt att arbeta på platsen instrueras och informeras om hur viktigt det är att undvika packningsskador.

När det är dags att åtgärda en packningsskada kan det först vara bra att undersöka om det faktiskt är en packningsskada som orsakar problemet/en. En penetrometer kan man lätt använda där man anar att en markpackning finns. Två alternativ till åtgärd, som tas upp i arbetet, är växter och/eller markluckring. Växter känns som det mest ideala valet, men frågan är om inte markluckring ger bäst förutsättningar för det kommande växtvalet trots allt?! Markluckringen kan hjälpa jorden att återfå sin naturliga struktur fortare, om man gör det på rätt sätt vill säga. Det är nog ändå det bästa alternativet.

Idag finns det några teorier om vad det är som gör att vissa växter klarar av kompakt jord och andra inte. Detta finns det tyvärr inte tillräckligt med bevis för ännu, men med tiden kan man hoppas att forskningen kan få fram ett svar. Den sammanställda listan (se tabell 1) på växter som tål kompakt, lerig jord med dålig dränering är kanske den typ av lista som det ska fokuseras på för att kunna finna svaret. Den kan åtminstone ge en fingervisning om vilka växter man bör kontrollera noggrannare.

Min tolkning av litteraturen är min tolkning. Någon annan kanske skulle tolka den på annat vis. Ta den med en nypa salt och granska det noggrant. Inget säger att mitt sätt att tolka är det rätta. Som skrivet tidigare i diskussionen kan egenskaperna hos de arter, som tagits med, ha ändrats imorgon. Var kritisk!

Vid fortsatt litteraturstudie i detta ämne kan man fortsätta söka information och forskning kring varför vissa växter tål väta och andra inte. Min handledare gjorde mig uppmärksam på att det fanns växter som klarar av att stå i översvämningsområden. Tyvärr är det inget jag hinner titta närmare på, men där kanske det kan finnas information att läsa. Dessa områden finns bl.a. i Tyskland och kallas på tyska för "auenwald". Det är en plats invid en flod som regelbundet utsätts för översvämning.

Annars bör granskning av forskningen, som sker inom både undvikande och åtgärdande av markpackning, fortsätta. Samt hålla ett öga på vad forskningen inom jordbruket och skogsbruket kommer fram till inom samma ämne.

Ibland kan en sökning på en enskild art i databaserna ge information, som man inte hade funnit annars. Med det menar jag en art som man vet klarar vissa tuffa förhållanden. Ett annat tips är att om man hittar en text, som är intressant, bläddra längst bak till referenserna och sök på dessa har man tur kan de ge mycket matnyttigt information.

En iver och törst efter att lära sig mer skapar de bästa förutsättningarna för sökandet av ny information. Det är troligtvis nyckeln för att finna matnyttig information!

Referenser

Abdalla, A.M., Hettiaratchi, D.R.P. & Reece, A.R. (1969). *The mechanics of root growth in granular media*. Journal of Agricultural Engineering Research 14(3).

Alberty, C.A., Pellett, H.M. and Taylor, D.H. (1984). *Characterization of soil compaction at construction sites and woody plant response*. J. Environ. Hortic. 2.

Anselmsson, Matts Ola (2003). *Inverkan av hjullast och ringtryck på tryck och deformation i jordprofilen, främst i matjord*. Uppsala. Institutionen för Markvetenskap.

Arvidsson, Johan (1995). *Jordpackning och markstruktur*. Uppsala. Sveriges lantbruksuniversitet, SLU.

Arvidsson, Johan (1996). *Jordpackning och markstruktur – vad kan man göra?*. HS Medlemskontrakt (nr 1).

Barfoed Randrup, Thomas och Dralle, Kim (1997). *Influence of planning and design on soil compaction in construction sites*. Danmark. Landscape and Urban Planning 38.

⁹Bengtsson, Rune (1998). *Stadsträd från A –Z*. Malmö: Team Offset & Media/SLU Alnarp: Stad & Land.

⁶David & Charles (1977). *Hilliers' Manual Of Trees & Shrubs*. Storbritannien: Redwood Burn Limited Trowbridge and Esher.

Day, S.D. and Bassuk, N.L. (1994). *Effects of soil compaction and amelioration treatment on landscape trees*. J. Arboric. 20.

Day, S.D.¹, Seiler, J.R.¹ och Persaud, N.² (1999). *A comparison of root growth dynamics of silver maple and flowering dogwood in compacted soil at differing soil water contents*.

¹Department of Forestry & ²Department of Crop and Soil Environmental Sciences, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, VA 24061, USA.

⁸Dirr, Micheal A. (1975). *Manual of Woody Landscape Plants - Their Identification, Ornamental Characteristics, Culture, Propagation and Uses*. Champaign, Illinois, USA: Stipes Publishing L.L.C.

Eriksson, Janne (1982). *Markpackning och rotmiljö*. Uppsala. Institutionen för markvetenskap.

Gravatt, D.A. and Kirby, C.J. (1998). *Patterns of photosynthesis and starch allocation in seedlings of four bottomland hardwood tree species subjected to flooding*. Tree Physiol. 18.

Greacen, E.L., Farrel, D.A. & Cockroft, B. (1968). *Soil resistance to metal probes and plant roots*. Transactions of the 9th Congress of the International Society of Soil Scientists 1.

Greacen, E.L. (1986). *Root response to mechanical properties*. Transactions of the 13th Congress of the I.S.S.S., Hamburg, Germany, Vol. 5.

Gustafsson, Eva-Lou (2009). *Möte med handledare om examensarbetet*. Muntligt. [2009-11-10].

Gysi, M., Maeder, V., Weisskopf, P. (2001). *Pressure Distribution Underneath Tires of Agricultural Vehicles*. Switzerland. Swiss Federal Research Station for Agricultural Economics and Engineering (FAT).

Hook, D.D., Brown, C.L. and Kotmanik, P. (1971). *Inductive flood tolerance in swamp tupelo (Nyssa sylvatica var. biflora (Walt.) Sarg.)*. J. Exp. Bot. 22.

Lichter, J.M. och Lindsey, P.A. (1994a). *The Use of Surface Treatments for the Prevention of Soil Compactions During Site Constructions*. J. Arboric. 20 (4). 205-209.

Lomma kommun (2009). *Lomma kommuns hemsida – Välkommen till Alnarps förskola*. [www] Publicerad: 2009-12-10. Tillgänglig: <<http://www.lomma.se/vanstermeny/barnutbildning/forskolorgrundskolor/vinstorp/forskolor/alnarpsforskola.4.41994c311fcc66b165800063654.html>> Hämtad: 2009-12-14.

¹Lorentzon, Kenneth m.fl. (1997). *Blommor och buskar*. Södra Sandby: Bokförlaget KB.

Löfkvist, Johan (2005). *Modifying Soil Structure Using Plant Roots*. Uppsala. Faculty of Natural Resources and Agricultural Sciences. Department of Soil Sciences.

⁷Nitzelius, Tor (1958). *Boken om träd*. Stockholm: Saxon & Lindströms Förlag.

³Palmstierna, Inger (1999). *Träd & Buskar i Trädgården*. Västerås: ICA-Förlaget .

Patterson, J.C. (1977). *Soil compaction: effects on urban vegetation*. J. Arboric. 3.

⁵Persson, Bengt m.fl. (2008). *Blommor och buskar*. Södra Sandby: Blommor och buskar förlag AB.

⁴Rasmusson, Anders (2009?). *Movium plantarum 'Svensk Dendrologi'*. [www] Tillgänglig: <<http://plantarum.slu.se/Default.aspx>> [2009-03-09]

Rolf, Kaj (1993a). *Metoder för rekultivering av packningsskadad mark i urban miljö*. Uppsala. Institutionen för lantbruksteknik.

Rolf, Kaj (1993b). *Luckring av packad mark*. Alnarp. Gröna fakta, Movium.

Staland, Fredrik och Larsson, Karl. *Bra planering och rätt teknik minskar risken för markskador*. Uppsala. Stiftelsen Skogsbrukets Forskningsinstitut.

Taylor, H.M. and Gardner, H.R. (1963). *Penetration of cotton seedling taproots as influences by bulk density, moisture content, and strength of soil*. Soil Sci. 96.

Wikipedia (2010). *Wikipedias hemsida – Skotare*. [www] Plublicerad: 2009-10-XX. Tillgänglig: <<http://sv.wikipedia.org/wiki/Skotare>> Hämtad: 2010-01-11.

²Wright, Michael (2002). *Trädgårdens Prydnadsväxter*. Värnamo: Bokförlag Prisma. Första upplagan 1984.

Bilagor

Bilaga 1

Tabell 2. Mätresultat på Alnarps förskola (avrundat till endast två decimaler)

Avstånd (m)	0,1 m	Anmärkning	1 m	Anmärkning	2 m	Anmärkning
15,5 (Gungorna)	0,13 m		0,13 m		0,17 m	Grund?
15	0,18		0,12		0,10	
14	0,08	Staketfundament	0,18		0,10	
13	0,22		0,12		0,10	
12	0,08	Grund?	0,14	Grund?	0,23	Grund?
11	0,07	Staketfundament	0,22		0,56	
10	0,37		0,47		0,49	
9	0,19	Grund?	0,34		0,45	
8	0,13	Staketfundament	0,34		0,20	Grund?
7	0,35		0,36		0,49	
6	0,31		0,35		0,43	Grund?
5	0,11	Staketfundament	0,36		0,35	?
4	0,20		0,34		0,49	
3	0,30		0,36		0,32	
2	0,20		0,30		0,25	
1	0,05		0,19		0,42	
0 (Staketets hörn)	0,10		0,33		0,36	

